

МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СН 2.01.07-2020

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ**

**АХОВА БУДАЎНІЧЫХ
КАНСТРУКЦЫЙ АД КАРОЗІІ**

Издание официальное

Минск 2020

УДК 624.01:620.193/.197(083.74)

Ключевые слова: защита от коррозии, строительные конструкции, степень агрессивного воздействия среды, классы среды по условиям эксплуатации, конструкции бетонные и железобетонные, деревянные, металлические, каменные и хризотилцементные, требования к материалам, способы первичной и вторичной защиты

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»).

Авторский коллектив: д-р техн. наук П. И. Юхневский, канд. техн. наук Н. И. Шепелевич, канд. техн. наук А. А. Васильев

ВНЕСЕНЫ главным управлением градостроительства, проектной, научно-технической и инновационной политики Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 17 сентября 2020 г. № 59

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные нормы входят в блок 2.01 «Основные положения надежности зданий и сооружений»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП 45-2.01-111-2008 (02250))

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения.....	2
4 Общие положения.....	3
5 Бетонные и железобетонные конструкции	6
5.1 Степень агрессивного воздействия среды эксплуатации	6
5.2 Требования к материалам для бетона и конструкциям, находящимся в агрессивных средах	15
5.2.1 Технологические требования.....	15
5.2.2 Расчетно-конструктивные требования.....	18
5.3 Требования по защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций	23
5.4 Требования по защите от коррозии стальных закладных деталей и соединительных элементов	28
5.5 Требования по защите железобетонных конструкций от электрокоррозии	29
6 Деревянные конструкции.....	31
6.1 Степень агрессивного воздействия среды эксплуатации	31
6.2 Требования по защите от коррозии деревянных конструкций	34
7 Каменные и хризотилцементные конструкции	38
7.1 Степень агрессивного воздействия среды эксплуатации.....	38
7.2 Требования по защите от коррозии каменных и хризотилцементных конструкций.....	40
8 Металлические конструкции	40
8.1 Степень агрессивного воздействия среды эксплуатации	40
8.2 Требования к материалам и конструкциям	45
8.3 Требования по защите от коррозии поверхностей стальных и алюминиевых конструкций.....	47
8.4 Требования по защите от коррозии стальных дымовых, газодымовых и вентиляционных труб, резервуаров	52
9 Требования безопасности и охраны окружающей среды	55
Приложение А Характеристика агрессивности газовых и твердых сред.....	57
Приложение Б Максимально допустимая концентрация хлоридов	59
Приложение В Способы защиты от коррозии металлических конструкций	60
Библиография	64

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ

АХОВА БУДАЎНІЧЫХ КАНСТРУКЦЫЙ АД КАРОЗІІ

Corrosion protection of building constructions

Дата введения через 60 календарных дней
после официального опубликования**1 Область применения**

Настоящие строительные нормы распространяются на проектирование защиты от коррозии строительных конструкций (бетонных, железобетонных, стальных, алюминиевых, деревянных, каменных и хризотилцементных) зданий и сооружений (далее — зданий) при воздействии условий окружающей среды (химическое воздействие, карбонизация, воздействие хлоридов, блуждающих постоянного или переменного тока, влажного воздуха и биологически активных сред) с температурой от минус 40 °С до 50 °С и устанавливают общие требования к защите от коррозии бетонных, железобетонных, стальных, алюминиевых, деревянных, каменных и хризотилцементных строительных конструкций и изделий.

Настоящие строительные нормы не распространяются на проектирование защиты строительных конструкций от коррозии, вызываемой радиоактивными веществами, а также на проектирование конструкций из специальных бетонов (полимербетонов, кислото-, жаростойких бетонов).

2 Нормативные ссылки

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие документы:

СН 2.01.01-2019 Основы проектирования строительных конструкций

СП 5.03.01-2020 Бетонные и железобетонные конструкции

ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-2.02-110-2008 (02250) Строительные конструкции. Порядок расчета пределов огнестойкости

ТКП 45-5.01-255-2012 (02250) Основания и фундаменты зданий и сооружений. Защита подземных сооружений от воздействия грунтовых вод. Правила проектирования и устройства

ТКП 45-5.02-308-2017 (33020) Каменные и армокаменные конструкции. Строительные нормы проектирования

ТКП EN 1992-1-1-2009 (02250) Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий

ТКП EN 1996-2-2009 (02250) Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Часть 2. Проектные решения, выбор материалов и выполнение каменных конструкций

СТБ 1114-98 Вода для бетонов и растворов. Технические условия

СТБ 1217-2000 Гравий, щебень и песок искусственные пористые. Технические условия

СТБ 1335-2002 Цемент напрягающий. Технические условия

СТБ 1543-2005 Смеси сухие гидроизоляционные. Технические условия

СТБ 1544-2005 Бетоны конструкционные тяжелые. Технические условия

СТБ 1684-2006 Строительство. Устройство антикоррозионных покрытий строительных конструкций зданий и сооружений. Номенклатура контролируемых показателей качества. Контроль качества работ

СТБ 1807-2007 Панели металлические трехслойные стеновые с утеплителем из пенополиуретана. Технические условия

СТБ 1809-2007 Панели металлические двухслойные покрытий зданий с утеплителем из пенополиуретана. Технические условия

СТБ EN 197-1-2015 Цемент. Часть 1. Состав, технические требования и критерии соответствия общестроительных цементов

СТБ EN 206-2016 Бетон. Требования, показатели, изготовление и соответствие

СН 2.01.07-2020

СТБ EN 335-1-2009 Стойкость древесины и изделий из древесины. Определение классов применения. Часть 1. Общие положения

СТБ EN 350-2-2009 Стойкость древесины и изделий из древесины. Стойкость цельной древесины. Часть 2. Руководство по определению стойкости и пропитываемости отдельных пород древесины

СТБ EN 351-1-2009 Стойкость древесины и изделий из древесины. Цельная древесина, пропитанная защитным средством. Часть 1. Классификация защитных средств по проникаемости и вымываемости

СТБ EN 845-1-2012 Требования к вспомогательным изделиям для каменной кладки. Часть 1. Анкерные связи, крепежные полосы, навесные опоры и кронштейны

СТБ EN 845-2-2016 Требования к вспомогательным изделиям для каменной кладки. Часть 2. Перемычки

СТБ EN 845-3-2012 Требования к вспомогательным изделиям для каменной кладки. Часть 3. Изделия для армирования горизонтальных швов каменной кладки

СТБ EN 1090-2-2013 Возведение стальных и алюминиевых конструкций. Часть 2. Технические требования к стальным конструкциям

СТБ ISO 12944-2-2009 Краски и лаки. Защита от коррозии стальных конструкций системами защитных покрытий. Часть 2. Классификация окружающей среды

СТБ ISO 12944-5-2009 Краски и лаки. Защита от коррозии стальных конструкций системами защитных покрытий. Часть 5. Системы защитных покрытий

СТБ ISO 14713-1-2012 Покрытия цинковые. Руководство и рекомендации по защите от коррозии чугунных и стальных конструкций. Часть 1. Общие принципы разработки и обеспечение коррозионной стойкости

СТБ ISO 14713-2-2012 Покрытия цинковые. Руководство и рекомендации по защите от коррозии чугунных и стальных конструкций. Часть 2. Горячее цинкование

ГОСТ 9.032-74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения

ГОСТ 9.072-2017 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Термины и определения

ГОСТ 9.402-2004 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию

ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 9.903-81 Единая система защиты от коррозии и старения. Стали и сплавы высокопрочные. Методы ускоренных испытаний на коррозионное растрескивание

ГОСТ 969-91 Цементы глиноземистые и высокоглиноземистые. Технические условия

ГОСТ 1510-84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

ГОСТ 7372-79 Проволока стальная канатная. Технические условия

ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 12730.3-78 Бетоны. Метод определения водопоглощения

ГОСТ 12730.5-2018 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

ГОСТ 13840-68 Канаты стальные арматурные 1x7. Технические условия

ГОСТ 14918-80 Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия

ГОСТ 20022.0-2016 Защита древесины. Параметры защищенности

ГОСТ 20022.2-2018 Защита древесины. Классификация

ГОСТ 22266-2013 Цементы сульфатостойкие. Технические условия

ГОСТ 28574-2014 Защита от коррозии в строительстве. Конструкции бетонные и железобетонные.

Методы испытаний адгезии защитных покрытий

ГОСТ 31108-2016 Цементы общестроительные. Технические условия

ГОСТ 31383-2008 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний

ГОСТ 32496-2013 Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия.

3 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют термины, установленные в СН 2.01.01 и СТБ EN 206, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 агрессивная среда: Среда, воздействие которой вызывает коррозию строительного материала в изделии или конструкции.

3.2 агрессивная среда газообразная: Среда, агрессивное воздействие которой определяется составом и свойствами ее газообразной фазы.

3.3 активное покрытие: Покрытие, содержащее портландцемент или электрохимически активные компоненты, которые действуют как индикатор или могут обеспечивать локальную катодную защиту.

3.4 антисептирование поверхности древесины: Обработка поверхности древесины химическими защитными средствами, не проникающими вглубь объекта защиты.

3.5 вторичная защита от коррозии: Защита от коррозии, достигаемая ограничением или исключением действия среды на конструкцию после ее изготовления.

3.6 гидрофобизирующая пропитка: Материал промышленного изготовления, предназначенный для улучшения водоотталкивающих свойств поверхности без заполнения его пор и капилляров.

3.7 жидкая агрессивная среда: Среда, агрессивное воздействие которой определяется составом и свойствами ее жидкой фазы.

3.8 защитное покрытие: Сплошной слой, созданный на поверхности изделия или конструкции в результате специальной обработки с целью защиты от коррозии.

3.9 зона переменного уровня воды (среды): Зона от наинизшего горизонта воды (льда для замерзающих акваторий) до наивысшего горизонта воды и выше на 1 м или на высоту всплеска волн.

3.10 карбонизация бетона: Процесс взаимодействия цементного камня с диоксидом углерода, в результате которого происходит образование карбоната кальция со снижением pH жидкой фазы бетона и утратой бетоном пассивирующего действия на стальную арматуру.

3.11 консервирование древесины: Обработка поверхности древесины химическими защитными средствами, проникающими вглубь объекта защиты.

3.12 коррозия железобетона: Ухудшение технических характеристик железобетона в результате коррозии бетона и/или арматуры.

3.13 коррозия строительного материала: Необратимый процесс ухудшения характеристик и свойств строительного материала в конструкции в результате химического, и/или физико-химического, и/или биологического воздействий.

3.14 коррозионная стойкость строительного материала: Способность строительного материала в изделии или конструкции в течение определенного срока сопротивляться воздействию агрессивной среды.

3.15 коррозионная стойкость строительной конструкции: Способность конструкции в течение определенного срока выполнять свои функции (с требуемой надежностью) при эксплуатации в условиях воздействия агрессивной среды.

3.16 лакокрасочная система: По ГОСТ 9.072.

3.17 минерализованная вода: Вода, содержащая растворенные соли в количестве 5 г/л и более.

3.18 первичная защита от коррозии: Защита от коррозии, достигаемая посредством выбора материалов, изменения состава или структуры строительного материала до изготовления или в процессе изготовления конструкции.

3.19 проектный срок эксплуатации: По СН 2.01.01.

3.20 совместимость материалов: Свойство взаимодействия двух или нескольких материалов для покрытий в системе окраски без проявления отрицательных эффектов.

3.21 степень агрессивности: Техническая характеристика интенсивности воздействия агрессивной среды по скорости разрушения.

3.22 твердая агрессивная среда: Среда, агрессивное воздействие которой определяется составом и свойствами ее твердой фазы.

3.23 уплотняющая пропитка: Обработка строительного материала для уменьшения его поверхностной пористости и упрочнения поверхности с полным или частичным заполнением пор и капилляров.

3.24 условия эксплуатации: Сочетание химических, физических, механических и биологических воздействий, которым подвергается материал конструкций в процессе эксплуатации и которые не учитываются в качестве нагрузок при расчете конструкций по методу предельных состояний.

4 Общие положения

4.1 Проектирование нового строительства и реконструкции зданий и сооружений должно осуществляться с учетом опыта эксплуатации аналогичных строительных объектов, при этом следует предусматривать анализ коррозионного состояния конструкций и защитных покрытий с учетом вида и степени агрессивности среды.

4.2 Требования по первичной и вторичной защите от коррозии строительных конструкций устанавливаются для конструкций со сроком эксплуатации 50 лет в соответствии с СН 2.01.01. Для бетонных и железобетонных конструкций с проектным сроком эксплуатации 100 лет (5 категория проектного срока эксплуатации по СН 2.01.01) класс среды по условиям эксплуатации повышается на одну ступень.

4.3 По степени воздействия на строительные конструкции условия окружающей среды при химической коррозии подразделяют на неагрессивные, слабоагрессивные, умеренно агрессивные и сильноагрессивные, а также на соответствующие им классы среды по условиям эксплуатации (таблица 1).

Таблица 1 — Классы среды по условиям эксплуатации

Класс среды по условиям эксплуатации	Характеристика среды
ХА0	Неагрессивная
ХА1	Слабоагрессивная
ХА2	Умеренно агрессивная
ХА3	Сильноагрессивная

По физическому состоянию среды делятся на газообразные, твердые и жидкие. По характеру воздействия среды делятся на химически и биологически активные.

4.4 Класс среды по условиям эксплуатации определяют для:

— газообразных сред — видом и концентрацией газов (группа газов) и температурно-влажностным режимом помещений или районом влажности территории;

— твердых сред — видом, растворимостью в воде и гигроскопичностью отдельных компонентов, содержащихся в пыли, в сочетании с температурно-влажностным режимом помещений, химическим составом и количеством растворимых солей в грунте и районом влажности территории;

— жидких сред — наличием и концентрацией агрессивных компонентов, температурой, величиной напора или скоростью движения жидкости у поверхности конструкций;

— биологически активных сред — наличием бактерий, водорослей, грибов и их спор.

При одновременном воздействии агрессивных сред различных классов по условиям эксплуатации принимают требования, относящиеся к среде более высокого класса.

4.5 При определении класса среды по условиям эксплуатации для конструкций, находящихся внутри отапливаемых помещений, влажностный режим принимают в соответствии с ТКП 45-2.04-43 (таблица 4.2), для конструкций, находящихся внутри неотапливаемых зданий, на открытом воздухе и в грунтах выше уровня грунтовых вод — с учетом [1].

Для конструкций, находящихся на открытом воздухе и подвергающихся воздействию избыточных выделений пара или влаги, класс среды по условиям эксплуатации принимают как для помещений с влажным или мокрым режимом.

4.6 Защиту строительных конструкций от коррозии следует осуществлять мерами первичной и вторичной защиты, а также специальными методами. Вторичная защита применяется в случаях, если защита от коррозии не может быть обеспечена мерами первичной защиты и в классах среды по условиям эксплуатации ХА2, ХА3.

4.6.1 В зависимости от класса среды по условиям эксплуатации необходимо применять следующие виды защиты или их сочетания:

— в ХА1 — первичную и, при необходимости, вторичную;

— в ХА2 — первичную и вторичную, осуществляя последнюю нанесением защитных покрытий, пропиток, ограничивающих действие агрессивной среды на материал конструкции;

— в ХА3 — первичную и вторичную, осуществляя последнюю нанесением покрытий, пропиток, исключаящих действие агрессивной среды на материал конструкции.

Вторичная защита требует периодического возобновления.

4.6.2 К мерам первичной защиты относятся:

— применение материалов и изделий, стойких к воздействию данной агрессивной среды;

— применение добавок, повышающих коррозионную стойкость материала и его защитную способность по отношению к стальной арматуре, стальным закладным деталям и соединительным элементам;

— снижение проницаемости бетона технологическими методами;

— соблюдение дополнительных расчетных и конструктивных требований при проектировании конструкций.

4.6.3 К мерам вторичной защиты относится защита поверхностей конструкций:

- металлическими, оксидными, лакокрасочными, металлизационно-лакокрасочными и мастичными покрытиями;
- оклеечной изоляцией из листовых и пленочных материалов;
- химически стойкими, герметично сваренными между собой полимерными мембранами;
- обмазочными, футеровочными и штукатурными покрытиями на основе минеральных и полимерных вяжущих, жидкого стекла и битума;
- облицовкой штучными или блочными изделиями из керамики, шлакоситалла, стекла, каменного литья, природного камня;
- уплотняющей пропиткой поверхностного слоя конструкций химически стойкими материалами;
- обработкой гидрофобизирующими, антисептирующими и биоцидными составами.

4.6.4 Специальная защита включает в себя меры защиты, не входящие в состав первичной и вторичной защиты, физические и физико-химические методы, а также мероприятия, снижающие воздействие агрессивной среды, вынос производства с выделениями агрессивных веществ в изолированные помещения и др.

4.7 Меры защиты строительных конструкций от коррозии следует проектировать с учетом вида и особенностей защищаемых конструкций, технологии их изготовления (возведения) и условий эксплуатации.

4.8 Выбор способа защиты следует производить на основании технико-экономического сравнения вариантов с учетом заданного срока службы и расходов на возобновление защиты, текущий и капитальный ремонты конструкций и другие, связанные с эксплуатацией затраты. Способы защиты от коррозии отдельных элементов строительной конструкции должны быть идентичны способам защиты от коррозии конструкции в целом при их эксплуатации в одинаковых условиях.

4.9 Защиту поверхностей строительных конструкций, изготавливаемых на заводе, осуществляют в заводских условиях.

4.10 Защиту от коррозии поверхностей строительных конструкций следует осуществлять с учетом требований ТКП 45-2.02-110 по пределам огнестойкости и [2] — по огнезащите строительных конструкций. Выбор антикоррозионных материалов необходимо осуществлять с учетом их пожарно-технических характеристик (пожарной опасности) и их совместимости с огнезащитными материалами.

Совместимость защитных слоев системы покрытия оценивается по виду пленкообразующего вещества с учетом требований СТБ ISO 12944-5.

4.11 С целью снижения степени агрессивного воздействия среды на строительные конструкции при проектировании необходимо предусматривать:

- разработку генеральных планов предприятий, объемно-планировочных и конструктивных решений с учетом розы ветров и направленности потока грунтовых вод;
- технологическое оборудование с максимально возможной герметизацией, приточно-вытяжную вентиляцию, отсосы в местах наибольшего выделения паров, газов и пыли, лотки для удаления агрессивных жидкостей и др.;
- изоляцию помещений с влажным или мокрым режимом работы от соседних помещений;
- разделение помещений, отнесенных к различным группам по агрессивности среды, глухими перегородками и, в случае необходимости, предусматривать в них проемы с воздушно-тепловыми завесами или устройство шлюзов для обеспечения постоянства параметров воздушной среды в разделяемых помещениях.

4.12 При проектировании строительных конструкций должны быть предусмотрены формы сечения элементов конструкций, исключающие или уменьшающие возможность застоя агрессивных газов, а также скопление жидкостей и пыли на их поверхности.

4.13 Проектирование защиты строительных конструкций от коррозии следует выполнять в следующем порядке:

- а) в техническом задании на проектирование объекта строительства указывают:
 - характеристику агрессивной среды: вид и концентрацию вещества, частоту и продолжительность агрессивного воздействия;
 - условия эксплуатации: температурно-влажностный режим в помещениях, вероятность попадания на строительные конструкции агрессивных веществ, наличие и количество пыли, содержащей соединения солей и др.;
 - климатические и гидрогеохимические условия строительства;
 - технологические и механические воздействия на конструкции;

б) на основании приведенных данных в соответствии с техническими нормативными правовыми актами (далее — ТНПА) устанавливают класс среды по условиям эксплуатации для конструкций из различных материалов;

в) для данного вида и степени агрессивного воздействия среды устанавливают дополнительные требования к материалам и конструкциям и вид защиты, которые должны быть учтены при проектировании. Номенклатуру контролируемых показателей качества покрытий следует принимать по СТБ 1684.

При невозможности применения конструкции согласно настоящим строительным нормам в данных условиях эксплуатации необходимо принять меры по снижению степени агрессивности среды согласно 4.11.

4.14 При проектировании защиты строительных конструкций от коррозии производств, связанных с изготовлением и применением пищевых продуктов, кормов для животных, а также помещений для пребывания людей и животных, следует учитывать санитарно-гигиенические требования к защитным материалам и возможное агрессивное действие дезинфицирующих средств.

4.15 Минимальные (индикативные) классы прочности бетона на сжатие для различных классов среды по условиям эксплуатации (первичная защита) приведены в ТКП EN 1992-1-1 (приложение Е).

Условия воздействия окружающей среды на бетонные конструкции (классы экспозиции), кроме химического воздействия, принимают по СТБ EN 206 (таблица 1); при химическом воздействии и наличии нормируемых показателей агрессивности среды классы по условиям эксплуатации и защите от коррозии бетонных и железобетонных конструкций назначают в соответствии с требованиями раздела 5.

5 Бетонные и железобетонные конструкции

5.1 Степень агрессивного воздействия среды эксплуатации

5.1.1 В зависимости от условий воздействия агрессивных сред на бетонные и железобетонные конструкции среды эксплуатации подразделяют на классы по условиям эксплуатации конструкций. Классы среды по условиям эксплуатации конструкций при воздействии различных агрессивных сред устанавливают в соответствии с СТБ 1544 (соответствующие им классы экспозиции согласно СТБ EN 206). Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии на конструкции из бетона и железобетона агрессивной среды следует устанавливать в зависимости от проницаемости бетона с учетом марки бетона по водонепроницаемости.

Для бетонных и железобетонных конструкций, контактирующих с агрессивными средами, следует применять бетон марки по водонепроницаемости не ниже W4.

5.1.2 Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на конструкции из бетона и железобетона газообразных сред принимают по таблице 2; твердых сред — по таблице 3; грунтов выше уровня грунтовых вод — по таблице 4.

Класс среды по условиям эксплуатации для конструкций из армоцемента принимают как для конструкций из железобетона по таблицам 2 и 3.

5.1.3 Классы среды по условиям эксплуатации для бетонов марок по водонепроницаемости W4–W8 при воздействии жидких неорганических сред принимают в соответствии с таблицами 5 и 6; для бетонов марок по водонепроницаемости W10–W20 — в соответствии с таблицей 7; для неорганических сред, содержащих хлориды, — в соответствии с таблицей 8; жидких органических сред — с таблицей 9; для биологически активных сред — с таблицей 10.

Максимально допустимое содержание хлоридов в бетоне — в соответствии с требованиями СТБ EN 206 (таблица 15). Максимально допустимая концентрация хлоридов в условиях воздействия жидких неорганических сред с содержанием хлоридов на стальную арматуру железобетонных конструкций в открытом водоеме и в грунте — в соответствии с таблицей Б.1 (приложение Б).

Таблица 2 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на конструкции из бетона и железобетона газообразных сред

Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43 Район влажности с учетом [1]	Группа газов в соответствии с таблицей А.1 (приложение А)	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии газообразных сред на конструкции	
		бетона	железобетона
Сухой	А	XA0	XA0
Нормально-сухой	В	XA0	XA0
	С	XA0	XA1
	Д	XA0	XA2

Окончание таблицы 2

Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43 Район влажности с учетом [1]	Группа газов в соответствии с таблицей А.1 (приложение А)	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии газообразных сред на конструкции	
		бетона	железобетона
Нормальный Нормально-влажный	А	XA0	XA0
	В	XA0	XA1
	С	XA0	XA2
	Д	XA1	XA3
Влажный или мокрый Влажный	А	XA0	XA1
	В ¹⁾	XA0	XA2
	С ¹⁾	XA1	XA3
	Д ¹⁾	XA2	XA3
¹⁾ При наличии в газообразной среде сульфида водорода класс по условиям эксплуатации принимают XA3.			
Примечания 1 Для конструкций отапливаемых зданий, на поверхности которых допускается образование конденсата, класс среды по условиям эксплуатации устанавливается как для конструкций с влажным режимом помещений. 2 Для конструкций зданий, расположенных в непосредственной близости к большим водоемам, а также находящихся в контакте с грунтом без гидроизоляционной защиты, влажностный режим следует принимать влажным. 3 Для конструкций, находящихся на открытом воздухе, класс среды по условиям эксплуатации принимается как для нормального района влажности. 4 При наличии в газообразной среде нескольких агрессивных газов класс среды по условиям эксплуатации определяется по наиболее агрессивному газу.			

Таблица 3 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на конструкции из бетона и железобетона твердых сред

Влажностный режим помещения по ТКП 45-2.04-43 Район влажности с учетом [1]	Растворимость твердых сред в воде ¹⁾ и их гигроскопичность	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии твердых сред на конструкции	
		бетона	железобетона
Сухой Нормально-сухой	Хорошо растворимые малогигроскопичные	XA0	XA1
	Хорошо растворимые гигроскопичные	XA1	XA2
Нормальный Нормально-влажный	Хорошо растворимые малогигроскопичные	XA1	XA1
	Хорошо растворимые гигроскопичные	XA1	XA2 ²⁾
Влажный или мокрый Влажный	Хорошо растворимые малогигроскопичные	XA1	XA2 ³⁾
	Хорошо растворимые гигроскопичные	XA2 ²⁾	XA3
¹⁾ Перечень наиболее распространенных растворимых солей и их характеристики приведены в таблице А.2 (приложение А). Агрессивными солями по отношению к бетону и железобетону являются хлориды, сульфаты и нитраты. Присутствие малорастворимых веществ не влияет на агрессивность. ²⁾ Для конструкций, находящихся на открытом воздухе, класс среды по условиям эксплуатации принимают как для нормального района влажности. Класс среды по условиям эксплуатации следует уточнять одновременно с требованиями таблиц 5–7 с учетом агрессивности образующегося раствора. ³⁾ При содержании солей-хлоридов класс среды по условиям эксплуатации следует принимать XA3.			

∞

Таблица 4 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на конструкции из бетона и железобетона грунтов выше уровня грунтовых вод

Район влажности с учетом [1]	Показатель агрессивности, мг на 1 кг грунта				Класс среды по условиям эксплуатации
	сульфатов в пересчете на SO_4^{2-} для бетонов на			хлоридов в пересчете на Cl^- для бетонов: на портландцементе, шлакопортландцементе по ГОСТ 10178; СЕМ II/A-S, СЕМ II/B-S, СЕМ III/A, СЕМ III/B по СТБ EN 197-1; ЦЕМ II/A-Ш, ЦЕМ II/B-Ш, ЦЕМ III/A, ЦЕМ III/B по ГОСТ 31108; сульфатостойких цементах по ГОСТ 22266	
	портландцементе по ГОСТ 10178; СЕМ I, СЕМ II, СЕМ III по СТБ EN 197-1; ЦЕМ I, ЦЕМ II, ЦЕМ III по ГОСТ 31108	портландцементе по ГОСТ 10178, с содержанием C_3S не более 65 %, C_3A не более 7 %, $C_3A + C_4AF$ не более 22 %; шлакопортландцементе по ГОСТ 10178	сульфатостойких цементах по ГОСТ 22266		
Нормальный и влажный	Св. 500 до 1000 включ.	Св. 3000 до 4000 включ.	Св. 6000 до 8000 включ.	Св. 250 до 500 включ.	ХА1
	Св. 1000 до 1500 включ.	Св. 4000 до 5000 включ.	Св. 8000 до 10 000 включ.	Св. 500 до 5000 включ.	ХА2
	Св. 1500	Св. 5000	Св. 10 000	Св. 5000	ХА3
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 В портландцементе пуццолановом, композитном и с известняком, соответствующих СТБ EN 197-1 и ГОСТ 31108, содержание минеральных добавок не должно превышать 20 %.</p> <p>2 Показатели агрессивности по содержанию хлоридов учитываются только для железобетонных конструкций независимо от марки бетона по водонепроницаемости. При одновременном содержании сульфатов их количество пересчитывается на содержание хлоридов умножением на 0,25 и суммируется с содержанием хлоридов.</p> <p>3 Показатели агрессивности по содержанию сульфатов приведены для бетона марки по водонепроницаемости W4. При оценке класса среды по условиям эксплуатации для бетона марки по водонепроницаемости W6 показатели следует умножать на 1,3, для бетона марки по водонепроницаемости W8 — на 1,7, для бетона марки по водонепроницаемости W12 — на 2,5.</p> <p>4 При наличии грунтовой воды класс среды по условиям эксплуатации определяется в зависимости от химического состава грунтовой воды по таблицам 5–7.</p> <p>5 Для хлоридов показатели приведены для бетонов марок по водонепроницаемости W4–W6 при толщине защитного слоя 20 мм. При толщине защитного слоя 25, 30 и 50 мм показатели умножаются соответственно на 1,5; 1,7 и 2,5.</p>					

Таблица 5 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на конструкции из бетона и железобетона жидких неорганических сред

Показатель агрессивности	Показатель агрессивности жидкой среды ¹⁾ для сооружений, расположенных в грунтах с K_f более 0,1 м/сут, в открытом водоеме и для напорных сооружений при марке бетона по водонепроницаемости				Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии жидкой неорганической среды на бетон
	W4	W6	W8	W10–W12	
Бикарбонатная щелочность, ммоль/л ²⁾	Св. 0 до 1,05 включ.	—	—	—	XA1
Водородный показатель pH ³⁾	Св. 5,0 до 6,5 включ.	Св. 4,0 до 5,0 включ.	Св. 3,5 до 4,0 включ.	Св. 3,0 до 3,5 включ.	XA1
	Св. 4,0 до 5,0 включ.	Св. 3,5 до 4,0 включ.	Св. 3,0 до 3,5 включ.	Св. 2,5 до 3,0 включ.	XA2
	До 4,0 включ.	До 3,5 включ.	До 3,0 включ.	До 2,0 включ.	XA3
Содержание агрессивной углекислоты, мг/л	Св. 10 до 40 включ.	Св. 40 до 100	Св. 100	—	XA1
	Св. 40 до 100	Св. 100	—	—	XA2
Содержание магnezиальных солей, мг/л, в пересчете на ион Mg ²⁺	Св. 1000 до 2000 включ.	Св. 2000 до 3000 включ.	Св. 3000 до 4000 включ.	Св. 4000 до 5000	XA1
	Св. 2000 до 3000 включ.	Св. 3000 до 4000 включ.	Св. 4000 до 5000 включ.	Св. 5000 до 6000	XA2
	Св. 3000	Св. 4000	Св. 5000	Св. 6000	XA3
Содержание аммонийных солей, мг/л, в пересчете на ион NH ₄ ⁺	Св. 100 до 500 включ.	Св. 500 до 800 включ.	Св. 800 до 1000 включ.	— ⁴⁾	XA1
	Св. 500 до 800 включ.	Св. 800 до 1000 включ.	Св. 1000 до 1500 включ.	— ⁴⁾	XA2
	Св. 800	Св. 1000	Св. 1500	— ⁴⁾	XA3
Содержание едких щелочей, мг/л, в пересчете на ионы Na ⁺ и K ⁺	Св. 50 000 до 60 000 включ.	Св. 60 000 до 80 000 включ.	Св. 80 000 до 100 000 включ.	— ⁴⁾	XA1
	Св. 60 000 до 80 000 включ.	Св. 80 000 до 100 000 включ.	Св. 100 000 до 150 000 включ.	— ⁴⁾	XA2
	Св. 80 000	Св. 100 000	Св. 150 000	— ⁴⁾	XA3

Окончание таблицы 5

Показатель агрессивности	Показатель агрессивности жидкой среды ¹⁾ для сооружений, расположенных в грунтах с K_f более 0,1 м/сут, в открытом водоеме и для напорных сооружений при марке бетона по водонепроницаемости				Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии жидкой неорганической среды на бетон
	W4	W6	W8	W10–W12	
Суммарное содержание хлоридов, сульфатов, нитратов и других солей, мг/л, при наличии испаряющих поверхностей	Св. 10 000 до 20 000 включ.	Св. 20 000 до 50 000 включ.	Св. 50 000 до 60 000 включ.	— ⁴⁾	XA1
	Св. 20 000 до 50 000 включ.	Св. 50 000 до 60 000 включ.	Св. 60 000 до 70 000 включ.	— ⁴⁾	XA2
	Св. 50 000	Св. 60 000	Св. 70 000	— ⁴⁾	XA3
<p>¹⁾ При оценке класса среды по условиям эксплуатации для элементов конструкций, расположенных в слабофильтрующих грунтах с K_f менее 0,1 м/сут, значения показателей таблицы (кроме значений pH) умножают на 1,3. Значения водородного показателя pH уменьшают на 0,5 для бетонов марок по водонепроницаемости W4–W8; для бетонов марок по водонепроницаемости более W8 степень агрессивного воздействия по величине pH оценивают как для бетона марки по водонепроницаемости W8.</p> <p>²⁾ При любом значении бикарбонатной щелочности среда неагрессивна по отношению к бетону с маркой по водонепроницаемости W6 и более, а также W4 при коэффициенте фильтрации грунта K_f менее 0,1 м/сут.</p> <p>³⁾ Оценка агрессивного воздействия среды по водородному показателю pH не распространяется на растворы органических кислот высоких концентраций и углекислоту.</p> <p>⁴⁾ Показатель агрессивности среды устанавливают исследованиями.</p>					
<p><i>Примечание</i> — Агрессивность растворов солей кристаллогидратов (сульфатов, хлоридов, нитратов и др.) при понижении температуры ниже 10 °С повышается на одну ступень. Содержание сульфатов в зависимости от вида и минералогического состава цемента не должно превышать пределов, указанных в таблицах 4 и 6.</p>					

Таблица 6 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на конструкции из бетона и железобетона жидких сульфатных сред, содержащих бикарбонаты, для бетонов марок по водонепроницаемости W4–W8

Вид цемента	Показатель агрессивности жидкой среды ¹⁾ с содержанием сульфатов в пересчете на ионы SO_4^{2-} , мг/л, для сооружений, расположенных в грунтах с K_f более 0,1 м/сут, в открытом водоеме и для напорных сооружений при содержании ионов HCO_3^- , мг-экв/л			Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии жидкой неорганической среды на бетон марки по водонепроницаемости W4 ²⁾
	св. 0,0 до 3,0 включ.	св. 3,0 до 6,0 включ.	св. 6,0	
Портландцемент по ГОСТ 10178; СЕМ I, СЕМ II, СЕМ III по СТБ EN 197-1; ЦЕМ I, ЦЕМ II и ЦЕМ III по ГОСТ 31108	Св. 250 до 500 включ.	Св. 500 до 1000 включ.	Св. 1000 до 1200 включ.	XA1
	Св. 500 до 1000 включ.	Св. 1000 до 1200 включ.	Св. 1200 до 1500 включ.	XA2
	Св. 1000	Св. 1200	Св. 1500	XA3
Портландцемент по ГОСТ 10178, с содержанием в клинкере C_3S не более 65 %, C_3A не более 7 %, C_3A+C_4AF не более 22 %; шлакопортландцемент по ГОСТ 10178 ³⁾	Св. 1500 до 3000 включ.	Св. 3000 до 4000 включ.	Св. 4000 до 5000 включ.	XA1
	Св. 3000 до 4000 включ.	Св. 4000 до 5000 включ.	Св. 5000 до 6000 включ.	XA2
	Св. 4000	Св. 5000	Св. 6000	XA3
Сульфатостойкие цементы по ГОСТ 22266	Св. 3000 до 6000 включ.	Св. 6000 до 8000 включ.	Св. 8000 до 12 000 включ.	XA1
	Св. 6000 до 8000 включ.	Св. 8000 до 12 000 включ.	Св. 12 000 до 15 000 включ.	XA2
	Св. 8000	Св. 12 000	Св. 15 000	XA3
<p>¹⁾ При оценке класса среды по условиям эксплуатации сооружений, расположенных в слабофильтрующих грунтах с K_f менее 0,1 м/сут, значения показателей данной таблицы умножают на 1,3.</p> <p>²⁾ Показатели агрессивности приведены для бетона марки по водонепроницаемости W4. При оценке класса среды по условиям эксплуатации для бетона марки по водонепроницаемости W6 значения показателей данной таблицы умножают соответственно на 1,3, для бетона марки по водонепроницаемости W8 — на 1,7.</p> <p>³⁾ Применение в бетоне портландцементов данной группы с одновременным использованием добавок на основе микрокремнезема приравнивается к применению сульфатостойких цементов.</p>				
<p><i>Примечание</i> — Содержание минеральных добавок в портландцементах (пуццолановом, композитном и с известняком) не должно превышать 20 %.</p>				



Таблица 7 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии жидких сульфатных сред для бетонов марок по водонепроницаемости W10–W20

Вид цемента	Показатель агрессивности жидкой среды с содержанием сульфатов в пересчете на ионы SO_4^{2-} , мг/л, для сооружений, расположенных в грунтах с $K_f > 0,1$ м/сут, в открытых водоемах и для напорных сооружений, при марке бетона по водонепроницаемости		Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии на бетон жидкой неорганической среды
	W10–W14	W16–W20	
Портландцемент по ГОСТ 10178; СЕМ I, СЕМ II, СЕМ III по СТБ EN 197-1; ЦЕМ I, ЦЕМ II и ЦЕМ III по ГОСТ 31108	Св. 850 до 1250 включ.	Св. 1250 до 2500 включ.	XA1
	Св. 1250 до 2500 включ.	Св. 2500 до 5000 включ.	XA2
	Св. 2500	Св. 5000	XA3
Портландцемент по ГОСТ 10178, с содержанием в клинкере C_3S не более 65 %, C_3A не более 7 %, $C_3A + C_4AF$ не более 22 %; шлакопортландцемент по ГОСТ 10178 ¹⁾	Св. 5100 до 8000 включ.	Св. 8000 до 9000 включ.	XA1
	Св. 8000 до 9000 включ.	Св. 9000 до 10 000 включ.	XA2
	Св. 9000	Св. 10 000	XA3
Сульфатостойкие цементы по ГОСТ 22266	Св. 10 200 до 12 000 включ.	Св. 12 000 до 15 000 включ.	XA1
	Св. 12 000 до 15 000 включ.	Св. 15 000 до 20 000 включ.	XA2
	Св. 15 000	Св. 20 000	XA3
<p>¹⁾ Применение в бетоне портландцементов данной группы с одновременным использованием добавок на основе микрокремнезема приравнивается к применению сульфатостойких цементов.</p>			
<p>Примечания</p> <p>1 При оценке класса среды по условиям эксплуатации сооружений, расположенных в слабофильтрующих грунтах с $K_f \leq 0,1$ м/сут, указанные значения следует умножить на 1,3.</p> <p>2 В портландцементах пуццолановом, композитном и с известняком, соответствующих СТБ EN 197-1 и ГОСТ 31108, содержание минеральных добавок не должно превышать 20 %.</p>			

5.1.4 Наличие агрессивных компонентов в грунтовых водах определяется по результатам химического анализа воды. Места отбора проб, их количество и глубину отбора принимают в соответствии с требованиями ТНПА по инженерным изысканиям.

5.1.5 Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии сред, указанных в таблице 5, приведен для бетонов на любом из цементов, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 10178 и ГОСТ 22266; в таблицах 5–7 — для сооружений при величине напора жидкостей до 0,1 МПа.

5.1.6 Класс среды по условиям эксплуатации при воздействиях, указанных в таблицах 5 и 6, для бетона массивных малоармированных конструкций (толщина более 0,5 м и армирование менее 0,5 %) следует снижать на одну ступень.

Таблица 8 — Классы среды по условиям эксплуатации для арматуры железобетонных конструкций при воздействии жидких неорганических сред, содержащих хлориды

Показатель агрессивности грунта с содержанием хлоридов, мг/кг, для бетонов марок по водонепроницаемости			Класс среды по условиям эксплуатации
W4–W6	W8–W10	Св. W10	
Св. 250 до 500 включ.	Св. 500 до 1000 включ.	Св. 1000 до 7500 включ.	XA1
Св. 500 до 5000 включ.	Св. 1000 до 7500 включ.	Св. 7500 до 10 000 включ.	XA2
Св. 5000	Св. 7500	Св. 10 000	XA3
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 При наличии подземных вод толщину защитного слоя бетона и марку по водонепроницаемости принимают по таблице Б.1 (приложение Б).</p> <p>2 Показатели приведены для конструкций с защитным слоем бетона толщиной 20 мм. При толщине защитного слоя бетона 25, 30 и 50 мм показатели умножают на 1,5; 1,7 и 2,5 соответственно.</p>			

Таблица 9 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на конструкции из бетона и железобетона жидких органических сред

Среда	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии жидких органических сред на бетон при марке по водонепроницаемости		
	W4	W6	W8
Масла:			
минеральные	XA1	XA1	XA0
растительные	XA2	XA2	XA1
животные	XA2	XA2	XA1
Нефть и нефтепродукты:			
сырая нефть ¹⁾	XA2	XA2	XA1
сернистая нефть	XA2	XA1	XA1
сернистый мазут ¹⁾	XA2	XA1	XA1
дизельное топливо ¹⁾	XA1	XA1	XA0
керосин ¹⁾	XA1	XA1	XA0
бензин	XA0	XA0	XA0
Растворители:			
предельные углеводороды (гептан, октан, декан и т. д.)	XA0	XA0	XA0
ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол, хлорбензол и т. д.)	XA1	XA0	XA0
кетоны (ацетон, метилэтилкетон, диэтилкетон и т. д.)	XA1	XA1	XA0

Окончание таблицы 9

Среда	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии жидких органических сред на бетон при марке по водонепроницаемости		
	W4	W6	W8
Кислоты: водные растворы кислот (уксусная, лимонная, молочная и т. д.) концентрацией св. 0,05 г/л жирные водонерастворимые кислоты (каприловая, капроновая и т. д.)	ХА3 ХА3	ХА3 ХА2	ХА3 ХА2
Спирты: одноатомные многоатомные	ХА1 ХА2	ХА0 ХА2	ХА0 ХА1
Мономеры: хлорбутадиен стирол	ХА3 ХА1	ХА3 ХА1	ХА2 ХА0
Амиды: карбамид (водные растворы с концентрацией от 50 до 150 г/л) то же св. 150 г/л дициандиамид (водные растворы с концентрацией до 10 г/л) диметилформамид (водные растворы с концентрацией от 20 до 50 г/л) то же св. 50 г/л	ХА1 ХА2 ХА1 ХА2 ХА3	ХА1 ХА2 ХА1 ХА1 ХА2	ХА0 ХА1 ХА1 ХА1 ХА2
Другие органические вещества: фенол (водные растворы с концентрацией до 10 г/л) формальдегид (водные растворы с концентрацией от 20 до 50 г/л) то же св. 50 г/л дихлорбутен тетрагидрофуран сахар (водные растворы с концентрацией св. 0,1 г/л)	ХА2 ХА1 ХА2 ХА2 ХА2 ХА1	ХА2 ХА1 ХА2 ХА2 ХА1 ХА1	ХА2 ХА0 ХА1 ХА1 ХА1 ХА0
1) Для внутренних поверхностей днищ и стенок резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов при воздействии на конструкции сырой нефти и мазута класс среды по условиям эксплуатации принимают ХА2, а при воздействии мазута, дизельного топлива и керосина — ХА1. Для внутренних поверхностей покрытия резервуаров при воздействии указанных жидкостей класс среды по условиям эксплуатации принимают ХА1.			

5.1.7 Класс среды по условиям эксплуатации следует корректировать при наличии уточняющих данных по периодичности действия агрессивной среды, постоянстве ее состава и концентрации, на основании опыта эксплуатации конструкций в заданных условиях.

5.1.8 Классы среды по условиям эксплуатации приведены для температуры от 5 °С до 20 °С. При каждом повышении на 10 °С температуры среды св. 20 °С класс среды эксплуатации повышается на одну ступень. При одновременном воздействии агрессивной среды и факторов механического характера (высокие механические напряжения, динамические нагрузки, истирающее действие при движении пешеходов или транспорта, истирание потоками воды с твердыми осадками полов животноводческих помещений и др.) степень агрессивного воздействия повышают на одну ступень.

Таблица 10 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на конструкции из бетона и железобетона биологически активных сред

Агрессивная среда	Класс среды по условиям эксплуатации при влажностном режиме помещений по ТКП 45-2.04-43		
	сухой	нормальный	влажный
Грибы	XA0	XA1	XA1
Тионовые бактерии (концентрация сульфида водорода), мг/м ³ :			
до 0,01 включ.	XA0	XA1	XA2
св. 0,01 “ 5,00 “	XA0	XA2	XA3
“ 5,00	XA0	XA3	XA3
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Степень агрессивного воздействия биологически активных сред приведена для бетона марки по водонепроницаемости W4. Для бетонов более высоких марок агрессивность среды оценивают по результатам специальных исследований. Для штукатурки степень агрессивного воздействия грибов возрастает по сравнению с бетоном марки по водонепроницаемости W4 на две ступени.</p> <p>2 Для коллекторов сточных вод концентрацию сульфида водорода принимают по опыту эксплуатации сооружений или рассчитывают при проектировании в зависимости от состава сточных вод и конструктивных характеристик коллектора.</p> <p>3 Степень агрессивного воздействия сред указана для температуры от 15 °С до 25 °С. При температуре выше 25 °С степень агрессивного воздействия в нормальной и влажной среде повышают на одну ступень. При температуре ниже 15 °С степень агрессивного воздействия в нормальной и влажной среде понижают на одну ступень.</p>			

5.2 Требования к материалам для бетона и конструкциям, находящимся в агрессивных средах

5.2.1 Технологические требования

5.2.1.1 Бетонные и железобетонные конструкции, эксплуатируемые в условиях воздействия агрессивных сред, необходимо изготавливать из материалов, обеспечивающих их коррозионную стойкость на весь заданный срок службы с учетом своевременного возобновления защиты поверхностей конструкций, предусмотренной нормами.

5.2.1.2 Марка бетона по водонепроницаемости железобетонных конструкций зданий и сооружений при воздействии на них агрессивных сред должна быть не ниже W4, емкостных сооружений для нефти и нефтепродуктов — не ниже W8. Прямые и косвенные показатели проницаемости бетона (марка по водонепроницаемости, коэффициент фильтрации, водопоглощение и водоцементное отношение) — в соответствии с таблицей 11.

Бетон железобетонных конструкций, подвергающийся воздействию агрессивных жидких сред (хлоридов, сульфатов, нитратов и других солей при наличии испаряющихся поверхностей) в количестве более 5000 мг/л и одновременно попеременному замораживанию и оттаиванию, должен иметь марку по морозостойкости не менее указанной в таблице 12.

Таблица 11— Прямые и косвенные показатели проницаемости бетона

Характеристика бетона	Категория проницаемости бетона				
	Нормальная	Пониженная	Низкая	Особо низкая	
Марка бетона по водонепроницаемости	W4	W6	W8	W10–W14	W16–W20
Коэффициент фильтрации, см/с	Св. $2 \cdot 10^{-9}$ до $7 \cdot 10^{-9}$ включ.	Св. $6 \cdot 10^{-10}$ до $2 \cdot 10^{-9}$ включ.	Св. $1 \cdot 10^{-10}$ до $6 \cdot 10^{-10}$ включ.	Св. $5 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-10}$ включ.	До $5 \cdot 10^{-11}$ включ.
Коэффициент диффузии для хлоридов, см ² /с	—	Менее $5 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{-8}$ включ.		Менее $1 \cdot 10^{-8}$ до $5 \cdot 10^{-9}$ включ.	Менее $5 \cdot 10^{-9}$
Водоцементное отношение, не более	0,6	0,55	0,45	0,35	0,3
Водопоглощение по массе, %	Св. 4,7 до 5,7 включ.	Св. 4,2 до 4,7 включ.	Св. 3,7 до 4,2 включ.	Св. 3,0 до 3,7 включ.	До 3,0 включ.
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Коэффициент фильтрации и марку бетона по водонепроницаемости следует определять по ГОСТ 12730.5; водопоглощение бетона — по ГОСТ 12730.3.</p> <p>2 Косвенные показатели, приведенные в данной таблице, относятся к тяжелому бетону. Водопоглощение легких бетонов определяют умножением значений, приведенных в данной таблице, на коэффициент, равный отношению средней плотности тяжелого бетона к средней плотности легкого бетона. Водоцементное отношение легких бетонов следует определять умножением значения, приведенного в данной таблице, на 1,3.</p> <p>3 Коэффициент диффузии хлоридов в бетоне определяют по ГОСТ 31383.</p>					

Таблица 12 — Марки по морозостойкости бетона железобетонных конструкций, подвергающихся одновременному воздействию растворов солей, замораживанию и оттаиванию

Условия работы конструкций		Суммарное содержание хлоридов, сульфатов, нитратов и других солей в жидкой среде, мг/л					
Класс экспозиции по СТБ EN 206	Расчетная температура наружного воздуха, °С	от 5000 до 35 000 включ. и св. 70 000			от 35 000 до 70 000 включ.		
		Минимальные марки бетона по морозостойкости (кроме наружных стен отапливаемых зданий) для зданий и сооружений категории проектного срока эксплуатации по СН 2.01.01					
		V	IV	III	V	IV	III
XC4, XF3, XF4	Ниже –20 до –40 включ.	300	200	150	400	300	200
	Ниже –5 до –20 включ.	250	200	150	300	200	150
XC2, XF1, XF2	Ниже –20 до –40 включ.	150	100	100	300	200	150
	Ниже –5 до –20 включ.	100	75	75	200	150	100
<p><i>Примечание</i> — Марку бетона по водонепроницаемости следует принимать не ниже W4 и назначать исходя из стойкости бетона в жидкой агрессивной среде по таблицам 4–7 и 9.</p>							

5.2.1.3 Для бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений с агрессивными средами следует предусматривать применение следующих видов цемента:

- портландцемент, портландцемент с минеральными добавками, шлакопортландцемент, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 10178 и СТБ EN 197-1;
- сульфатостойкий цемент, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 22266;
- глиноземистый цемент, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 969;
- напрягающий цемент, удовлетворяющий требованиям СТБ 1335;
- вяжущие низкой водопотребности (ВНВ), вяжущие с добавками-модификаторами бетона и др., приготовленные на основе вышеприведенных цементов при условии экспериментальной проверки коррозионной стойкости бетона и арматуры для конкретной эксплуатационной среды.

5.2.1.4 Выбор цемента должен производиться с учетом вида агрессивного воздействия следующим образом:

— в газообразных и твердых средах (см. таблицы 2 и 3) применяют любой цемент по ГОСТ 10178; СЕМ I, СЕМ II, СЕМ III по СТБ EN 197-1; ЦЕМ I, ЦЕМ II и ЦЕМ III по ГОСТ 31108;

— в жидких и твердых средах с содержанием сульфатов следует применять сульфатостойкий цемент, шлакопортландцемент и портландцемент нормированного минералогического состава (C_3S не более 65 %, C_3A не более 7 %, $C_3A + C_4AF$ не более 22 %), указанные в таблицах 3, 4, 6. Применение цемента с отклонением от указанных требований по минералогическому составу не допускается;

— в жидких средах, агрессивных по показателю бикарбонатной щелочности в соответствии с таблицей 6 и хлоридной агрессии (таблица Б.1, приложение Б) следует применять портландцемент с минеральными добавками, шлакопортландцемент или пуццолановый портландцемент с учетом требований по морозостойкости бетона;

— в жидких средах, агрессивных к бетону по суммарному содержанию солей (см. таблицу 5), следует применять глиноземистый цемент при условии соблюдения требований к температурному режиму твердения бетона;

— применение глиноземистого цемента в средне- и сильноагрессивных жидких средах, оцениваемых по показателю pH, содержанию NH_4^+ , Mg^+ , Na^+ и K^+ , указанных в таблице 5, а также для конструкций с предварительно напряженной арматурой не допускается;

— применение портландцемента с содержанием C_3A более 8 % и глиноземистого цемента в жидких средах, агрессивных по содержанию щелочей, не допускается;

— применение напрягающего цемента марок выше НЦ-1 допускается наравне с сульфатостойким портландцементом в конструкциях, к бетону которых предъявляются требования по водонепроницаемости марок выше W6;

— в жидких средах, агрессивных по содержанию Mg^{2+} и NH_4^+ , напрягающий цемент применяют после экспериментальной проверки.

5.2.1.5 В качестве мелкого заполнителя для бетона следует предусматривать кварцевый песок по ГОСТ 8736 класса I, пористый песок по ГОСТ 32496 и другие заполнители по ТНПА согласно установленному в проектной документации.

5.2.1.6 В качестве крупного заполнителя для тяжелого бетона следует предусматривать фракционированный щебень изверженных пород, гравий и щебень из гравия (с маркой по дробимости не ниже 800) по ТНПА.

Применяют однородный, не содержащий слабых прослоек щебень из осадочных пород с водопоглощением не выше 2 %, марки не ниже 600 для конструкций, эксплуатируемых в газообразных, твердых и жидких средах при любой степени агрессивного воздействия, за исключением карбонатных пород в жидких средах с водородным показателем pH менее 4.

Для конструкционных легких бетонов следует применять заполнители по СТБ 1217 и ГОСТ 32496. При этом показатели водопоглощения по массе в течение 1 ч не должны превышать для естественных пористых заполнителей 12 %, для искусственных — 25 %.

5.2.1.7 Наличие и количество в мелком и крупном заполнителях вредных примесей (водорастворимых хлоридов и потенциально реакционноспособных пород и минералов) не должно превышать установленных в ТНПА, должно быть указано в документе о качестве материала и учтено в расчете состава бетона при проектировании бетонных и железобетонных конструкций.

5.2.1.8 Применение доломитов и доломитизированных известняков без специальной проверки на их стойкость в щелочной среде цементного бетона не допускается.

5.2.1.9 Для железобетонных труб, предназначенных для эксплуатации в агрессивной газообразной внутренней среде, следует применять бетон класса прочности не ниже С25/30, марки по морозостойкости не ниже F200, марки по водонепроницаемости не ниже W8.

5.2.1.10 Для железобетонного ствола дымовых и газодымовых труб, а также канализационных труб с агрессивными газообразными и биологически активными средами, содержащими соединения серы, применяют бетон на сульфатостойком портландцементе или сульфатостойком портландцементе с минеральными добавками. Также применяют портландцемент с минеральными добавками, в клинкере которых содержание трехкальциевого алюмината C_3A не превышает 7 %.

5.2.1.11 В качестве заполнителей для бетона труб применяют фракционированный щебень из изверженных пород и кварцевый или полевошпатовый песок.

Для бетона канализационных труб также применяют заполнители из карбонатных пород, удовлетворяющих требованиям 5.2.1.6.

5.2.1.12 Вода для затворения бетонной смеси, приготовления растворов химических добавок и ухода за бетоном должна соответствовать требованиям СТБ 1114.

5.2.1.13 Для повышения коррозионной стойкости бетона и железобетонных конструкций, а также защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре следует применять химические добавки для бетона:

- пластифицирующие — для снижения содержания воды в бетонной смеси и уменьшения проницаемости бетона;
- воздухововлекающие, микрогазообразующие и гидрофобизирующие — для повышения стойкости бетона при наличии увлажнения и испаряющих поверхностей, повышения морозостойкости бетона;
- уплотняющие — для повышения газо- и водонепроницаемости бетона;
- активные минеральные добавки в сочетании с пластифицирующими и водоредуцирующими — для повышения стойкости бетона в агрессивных сульфатных и хлоридных средах;
- повышающие защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре — для повышения стойкости железобетонных конструкций в условиях воздействия хлоридов и диоксида углерода;
- биоцидные — для повышения стойкости бетона в условиях воздействия биологически активных сред.

При применении химических добавок следует руководствоваться ТНПА на эти добавки. Общее количество химических добавок в бетоне не должно превышать 5 % от массы цемента.

5.2.1.14 В состав бетона железобетонных конструкций, бетонов и растворов для инъектирования каналов, для замоноличивания швов и стыков армированных конструкций, а также в составы вяжущего, заполнителей и воды затворения не допускается введение хлористых солей.

5.2.1.15 Диаметр проволочной арматуры канатов по ГОСТ 13840, используемых для изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций, должен быть не менее 2,5 мм — в наружных и не менее 2,0 мм — во внутренних слоях каната.

5.2.1.16 На поверхности ненапрягаемой арматуры допускается наличие равномерного налета ржавчины толщиной не более 150 мкм. При толщине налета поверхностной коррозии от 150 до 300 мкм ее следует удалять механическими и/или химическими методами, например преобразователями ржавчины. При толщине слоя ржавчины более 300 мкм арматура должна быть очищена механическим способом до полного удаления продуктов коррозии и подвергнута контрольным испытаниям на растяжение на соответствие механических характеристик требованиям ТНПА на арматуру конкретного вида.

Арматуру, имеющую коррозионные повреждения, необходимо подвергать испытаниям по оценке физико-механических свойств и соответствия требованиям ТНПА, а высокопрочные стали — также и на склонность к хрупкому коррозионному разрушению.

5.2.1.17 Снижение сцепления арматуры с бетоном при применении металлизационных покрытий или протекторных лакокрасочных покрытий для повышения коррозионной стойкости арматуры не допускается.

5.2.2 Расчетно-конструктивные требования

5.2.2.1 Расчет железобетонных конструкций, подверженных воздействию агрессивных сред по предельно допустимой ширине раскрытия трещин и минимальной толщине защитного слоя бетона до рабочей арматуры, следует производить по СП 5.03.01.

Предельно допустимую ширину раскрытия трещин и минимально допустимую толщину защитного слоя бетона из условий обеспечения долговечности конструкций назначают в зависимости от класса применяемой арматуры и класса среды по условиям эксплуатации.

5.2.2.2 Арматурную сталь по степени опасности коррозионного повреждения по мере ее возрастания подразделяют на две группы в соответствии с таблицей 13. Для армирования предварительно напряженных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, применяют арматуру, стойкую против коррозионного растрескивания, высокопрочную проволочную арматуру диаметром не менее 4 мм, а также арматурные канаты диаметром не менее 12 мм по ТНПА.

5.2.2.3 Предельно допустимые значения ширины раскрытия трещин приведены в таблицах 13 и 15, требования к защитному слою и водонепроницаемости бетона для железобетонных конструкций, предназначенных к эксплуатации соответственно в твердых и газообразных агрессивных средах, а также в жидких агрессивных средах — в таблицах 14 и 16.

Таблица 13 — Предельно допустимая ширина раскрытия трещин железобетонных конструкций в зависимости от класса среды по условиям эксплуатации при воздействии газообразных и твердых агрессивных сред

Группа арматурной стали	Класс арматуры	Предельно допустимая ширина раскрытия трещин, мм, при частом (перед чертой) и практически постоянном (после черты) сочетании воздействий для классов среды по условиям эксплуатации		
		XA1	XA2	XA3
I	Конструкции без предварительного напряжения: S240, S500 (кроме термомеханически упрочненной арматуры)	0,25/0,20	0,25/0,15 ¹⁾	0,15/0,1
	Термомеханически упрочненная арматура S500	0,25/0,20	0,1/0,05 ¹⁾	Не допускается к применению
II	Предварительно напряженные конструкции: канаты диаметром более 12 мм и канаты при диаметре проволоки более 3,5 мм	0,15/0,10	—	—
	S800, S1000, S1200	0,15/0,10	—	Не допускается к применению
	Канаты диаметром до 12 мм и канаты при диаметре проволоки до 3,5 мм	0,10/0,05	—	—
¹⁾ В случае когда класс среды по условиям эксплуатации XA2 определяется только влажностью и наличием углекислого газа, предельно допустимую ширину раскрытия трещин принимают как для класса XA1.				
Примечания 1 При наличии агрессивных сред, содержащих хлор, пыль хлористых солей, азотнокислых и роданистых солей, хлористый водород, сероводород, раскрытие трещин для термомеханически упрочненной арматуры класса S500 не допускается. 2 В конструкциях без предварительного напряжения арматуру, подвергаемую термомеханическому упрочнению, применяют при условии подтверждения стойкости к коррозионному растрескиванию испытаниями продолжительностью не менее 40 ч, а для предварительно напряженных конструкций — не менее 100 ч.				

Таблица 14 — Требования к защитному слою и водонепроницаемости бетона в зависимости от класса среды по условиям эксплуатации и группы арматурной стали при воздействии газообразных и твердых агрессивных сред

Группа арматурной стали по таблице 13	Минимально допустимая толщина защитного слоя бетона, мм (перед чертой), и марка бетона по водонепроницаемости (после черты) для класса среды по условиям эксплуатации при воздействии газообразной и твердой сред		
	XA1	XA2	XA3
I	25/W4	30/W6	35/W8
II	35/W4	40/W6*	45/W8

* При использовании арматуры в виде проволоки класса S1400 и канатов по ТНПА предусматривается применение бетона марки по водонепроницаемости W8.

Примечания

1 Минимально допустимая толщина защитного слоя бетона приведена для конструкций, отнесенных согласно СН 2.01.01 к категории проектного срока эксплуатации 4 (проектный срок эксплуатации 50 лет). Для конструкций, отнесенных согласно СН 2.01.01 к категории проектного срока эксплуатации 5 (проектный срок эксплуатации 100 лет), толщина защитного слоя должна быть увеличена на 10 мм. Для конструкций, отнесенных согласно СН 2.01.01 к категориям проектного срока эксплуатации 2 и 3 (проектный срок эксплуатации до 30 лет), толщина защитного слоя может быть уменьшена на 5 мм.

2 Минимально допустимая толщина защитного слоя бетона для конструкций соответствующей категории проектного срока эксплуатации может быть уменьшена, но не более чем на 5 мм, в каждом из перечисленных случаев:

- для сборных конструкций, изготавливаемых в заводских условиях;
- если проектируется вторичная защита бетона конструкции;
- если использована арматура, имеющая антикоррозионное покрытие.

При этом суммарный размер, на который может быть уменьшена минимально допустимая толщина защитного слоя бетона, не должен превышать 10 мм.

3 Марки бетона по водонепроницаемости для средне- и сильноагрессивных сред указаны при условии наличия на конструкциях изоляционных покрытий (вторичная защита бетона). При отсутствии изоляционных покрытий марки бетона по водонепроницаемости должны быть повышены с учетом вида и условий воздействия агрессивной среды.

5.2.2.4 Требования к толщине защитного слоя бетона для рабочей (продольной и поперечной) арматуры — в соответствии с таблицами 14 и 16. При проектировании железобетонных конструкций, предназначенных для эксплуатации в условиях воздействия агрессивных сред, в рабочих чертежах указывается номинальная толщина защитного слоя бетона, вычисляемая как сумма минимально допустимого значения толщины (см. таблицу 14) и предельно допустимого значения отклонения от проектного положения арматурных стержней.

Таблица 15 — Предельно допустимая ширина раскрытия трещин железобетонных конструкций в зависимости от класса среды по условиям эксплуатации при воздействии жидких агрессивных сред

Группа арматурной стали	Класс арматуры	Предельно допустимая ширина раскрытия трещин, мм, при частом (перед чертой) и практически постоянном (после черты) сочетании воздействий для классов среды по условиям эксплуатации		
		XA1	XA2	XA3
I	Конструкции без предварительного напряжения: S240, S500 (кроме термомеханически упрочненной арматуры)	0,20/0,15	0,15/0,10*	0,10/0,05
	Термомеханически упрочненная арматура S500	0,15/0,10	0,1/0,05*	Не допускается к применению

Окончание таблицы 15

Группа арматурной стали	Класс арматуры	Предельно допустимая ширина раскрытия трещин, мм, при частом (перед чертой) и практически постоянном (после черты) сочетании воздействий для классов среды по условиям эксплуатации		
		XA1	XA2	XA3
II	Предварительно напряженные конструкции: канаты диаметром более 12 мм и канаты при диаметре проволоки более 3,5 мм	0,15/0,10	—	—
	S800, S1000, S1200	0,10/0,05	—	Не допускается к применению
	Канаты диаметром до 12 мм и канаты при диаметре проволоки до 3,5 мм	0,05/—	—	—
* В случае когда класс среды по условиям эксплуатации XA2 определяется только влажностью и наличием углекислого газа, предельно допустимую ширину раскрытия трещин принимают как для класса XA1.				
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 При наличии агрессивных сред, содержащих хлор, пыль хлористых солей, азотнокислых и роданистых солей, хлористый водород, сероводород, раскрытие трещин для термомеханически упрочненной арматуры класса S500 не допускается.</p> <p>2 В конструкциях без предварительного напряжения арматуру, подвергаемую термомеханическому упрочнению, применяют при условии подтверждения стойкости к коррозионному растрескиванию испытаниями продолжительностью не менее 40 ч, а для предварительно напряженных конструкций — не менее 100 ч.</p>				

Таблица 16 — Требования к защитному слою и водонепроницаемости бетона в зависимости от класса среды по условиям эксплуатации и группы арматурной стали при воздействии жидких агрессивных сред

Группа арматурной стали по таблице 13	Минимально допустимая толщина защитного слоя бетона, мм (перед чертой), и марка бетона по водонепроницаемости (после черты) для класса среды по условиям эксплуатации при воздействии газообразной и твердой сред		
	XA1	XA2	XA3
I	30/W4	35/W6	40/W8
II	40/W6	45/W8	50/W8
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Минимально допустимая толщина защитного слоя бетона приведена для конструкций, отнесенных согласно СН 2.01.01 к категории проектного срока эксплуатации 4 (проектный срок эксплуатации 50 лет). Для конструкций, отнесенных согласно СН 2.01.01 к категории проектного срока эксплуатации 5 (проектный срок эксплуатации 100 лет), толщина защитного слоя должна быть увеличена на 10 мм. Для конструкций, отнесенных согласно СН 2.01.01 к категориям проектного срока эксплуатации 2 и 3 (проектный срок эксплуатации до 30 лет), толщина защитного слоя может быть уменьшена на 5 мм.</p> <p>2 Минимально допустимая толщина защитного слоя бетона для конструкций соответствующей категории проектного срока эксплуатации может быть уменьшена, но не более чем на 5 мм, в каждом из перечисленных случаев:</p> <ul style="list-style-type: none"> — для сборных конструкций, изготавливаемых в заводских условиях; — если проектируется вторичная защита бетона конструкции; — если использована арматура, имеющая антикоррозионное покрытие. <p>При этом суммарный размер, на который может быть уменьшена минимально допустимая толщина защитного слоя бетона, не должен превышать 10 мм.</p> <p>3 Марки бетона по водонепроницаемости для средне- и сильноагрессивных сред указаны при условии наличия на конструкциях изоляционных покрытий (вторичная защита бетона).</p>			

5.2.2.5 Проницаемость защитного слоя бетона конструкций, эксплуатируемых в условиях воздействия диоксида углерода (CO₂), в зависимости от класса экспозиции по СТБ EN 206 должна соответствовать показателям, установленным в таблице 17.

Таблица 17 — Требования к защитному слою бетона железобетонных конструкций, эксплуатируемых при воздействии диоксида углерода

Концентрация диоксида углерода в воздухе, мг/м ³	Класс экспозиции по СТБ EN 206	Толщина защитного слоя бетона, мм	Максимально допустимое значение коэффициента диффузии $D \cdot 10^4$ см ² /с диоксида углерода в бетоне железобетонных конструкций со сроком эксплуатации, лет		
			20	50	100
До 600	XC1	10	1,14	0,45	0,23
		15	2,57	1,03	0,51
		20	4,57	1,83	0,91
	XC2	10	0,91	0,36	0,18
		15	2,06	0,82	0,41
		20	3,66	1,46	0,73
От 600 до 6000	XC3	10	0,46	0,18	0,09
		15	0,90	0,36	0,18
		20	1,37	0,55	0,27
	XC4	10	0,26	0,10	0,05
		15	0,46	0,18	0,09
		20	0,71	0,28	0,14

Примечание — Коэффициент диффузии определяют по ГОСТ 31383.

5.2.2.6 Для предварительно напряженных железобетонных конструкций, в которых не допускается раскрытие трещин или допускается их кратковременное раскрытие, ширину раскрытия трещин следует принимать на 0,05 мм больше при увеличении толщины защитного слоя на 10 мм.

5.2.2.7 В конструкциях при раскрытии трещин применение в качестве рабочей арматуры проволоки класса S500 диаметром менее 4 мм не допускается. В арматурных канатах предварительно напряженных конструкций диаметр проволоки следует принимать не менее 2,5 мм в наружных слоях канатов и не менее 2,0 мм — во внутренних.

5.2.2.8 Конструкционные легкие бетоны в несущих конструкциях, эксплуатируемых в агрессивной среде, применяются при условии их соответствия тяжелым бетонам по требованиям к проницаемости и способности сохранять стальную арматуру в пассивном состоянии.

5.2.2.9 Ограждающие конструкции из армированных конструкционно-теплоизоляционных легких и ячеистых бетонов в зданиях, эксплуатируемых при воздействии газообразных или твердых сред классов по условиям эксплуатации ХА0 и ХА1, применяют при условии предотвращения попадания агрессивных веществ в толщу стены, а именно:

- конструкций из легких бетонов — при наличии со стороны воздействия агрессивной среды изолирующего слоя из тяжелого или легкого конструкционного бетона толщиной не менее 30 мм марки по водонепроницаемости не ниже W6;

- конструкций из ячеистых бетонов — при наличии защиты арматуры специальными покрытиями;

- для соединения конструкций из ячеистого бетона применяют несварные монтажные соединения;

- швы между сборными наружными ограждающими конструкциями должны быть надежно герметизированы.

5.2.2.10 Конструкции из армоцемента следует применять в газообразной и твердой средах класса по условиям эксплуатации ХА1. В газообразной среде толщина защитного слоя должна быть не менее 4 мм, водопоглощение бетона — не более 8 % при защите арматурных сеток и проволок цинковым

покрытием толщиной не менее 30 мкм или при защите поверхностей конструкций лакокрасочным покрытием III группы. В твердой среде в дополнение к указанным мерам следует осуществлять одновременно защиту арматуры и поверхности конструкции.

5.2.2.11 При замоноличивании стальных закладных деталей соединительных элементов, не имеющих защитных покрытий, толщина защитного слоя и марка бетона по водонепроницаемости должны соответствовать требованиям, предъявляемым к бетону стыкуемых конструкций.

5.3 Требования по защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций

5.3.1 Защиту от коррозии поверхностей железобетонных конструкций следует предусматривать со стороны непосредственного воздействия агрессивной среды и назначать в зависимости от вида и класса среды по условиям эксплуатации.

5.3.2 В проектной документации на конструкции, для которых предусмотрена вторичная защита от коррозии, указывают требования:

- к защищаемой поверхности;
- к форме защищаемой конструкции или элемента конструкции, твердости его поверхностного слоя с указанием допустимой ширины раскрытия трещин;
- к материалам защитного покрытия с учетом возможного их взаимодействия с материалом конструкции;
- по совместной работе материала конструкций и защитного покрытия в условиях переменных температур;
- по периодичности осмотра состояния конструкций и восстановлению их защиты.

5.3.3 Проектирование защиты поверхности конструкций осуществляют с учетом применения:

- лакокрасочных покрытий — при действии газовых и твердых сред (аэрозолей);
- лакокрасочных толстослойных (мастичных) покрытий — при действии жидких сред и при непосредственном контакте покрытия с твердой агрессивной средой;
- оклеечных покрытий — при действии жидких сред, в грунтах (в качестве непроницаемого подслоя в облицовочных покрытиях);
- облицовочных покрытий, в том числе из полимербетонов, — при действии жидких сред, в грунтах (в качестве защиты от механических повреждений оклеечного покрытия);
- пропитки (уплотняющей) химически стойкими материалами — при действии жидких сред и в грунтах;
- обработки гидроизоляционными проникающими смесями — для повышения водонепроницаемости бетонов и стойкости к воздействию техногенных или иных агрессивных сред;
- гидрофобизации — при периодическом увлажнении водой или атмосферными осадками при отсутствии напора воды, образовании конденсата, в качестве подготовки поверхности перед нанесением грунтовочного слоя под лакокрасочные покрытия;
- биоцидных материалов — при воздействии бактерий, выделяющих кислоты, и грибов;
- тонкослойных полимерцементных защитных покрытий — при действии газовых сред и периодическом воздействии жидких сред, при периодическом увлажнении водой и атмосферными осадками, при образовании конденсата;
- толстослойных полимерцементных покрытий — при действии жидких сред.

5.3.4 Для подземных конструкций, вскрытие и ремонт которых в процессе эксплуатации затруднены, следует применять материалы, обеспечивающие защиту конструкций на весь период их эксплуатации.

5.3.5 Требования к качеству подготовленной бетонной поверхности (в зависимости от вида защитного покрытия) должны устанавливаться в проектной документации.

Характеристическая прочность поверхностного слоя на сжатие должна быть не менее 15 МПа для бетона и не менее 8 МПа — для цементно-песчаного раствора.

При применении лакокрасочных материалов на органических растворителях влажность бетона в поверхностном слое толщиной 20 мм должна быть не выше 4 % по массе (на поверхности не должно быть пленочной влаги, поверхность бетона должна быть на ощупь воздушно-сухой).

При применении материалов на водной основе фактическая влажность поверхностного слоя бетона должна быть не выше 10 % по массе (отсутствие на поверхности видимой пленки воды).

При применении сухих строительных гидроизоляционных проникающих капиллярных смесей на цементном вяжущем следует производить увлажнение бетона до полного влагонасыщения.

5.3.6 Лакокрасочные (обычные, толстослойные), оклеечные и облицовочные (футеровочные) покрытия в соответствии с их защитными свойствами подразделяют на четыре группы (защитные свойства групп покрытий повышаются от I до IV).

Необходимость применения защиты поверхностей конструкций, группы принимаемых покрытий и их толщина в зависимости от класса среды по условиям эксплуатации приведены в таблице 18.

Таблица 18 — Способы защиты поверхностей железобетонных конструкций в зависимости от класса среды по условиям эксплуатации и вида агрессивной среды

Среда	Класс среды по условиям эксплуатации	Группа покрытия (над чертой) и толщина* покрытия, мм (под чертой)			
		лакокрасочного		оклеечного	облицовочного (футеровочного)
		обычного	толстослойного (мастичного)		
Газообразная, твердая	XA1	$\frac{I^{**}, II^{**}}{0,10-0,15}$	—	—	—
	XA2	$\frac{III^{***}}{0,15-0,20}$	—	—	—
	XA3	$\frac{IV}{0,20-0,25}$	—	—	—
Жидкая	XA1	—	$\frac{II}{1,0-1,5}$	—	II
	XA2	—	$\frac{III}{1,5-2,5}$	III-IV	III
	XA3	—	$\frac{IV}{2,5-5,0}$	IV	IV

* Толщина включает все элементы покрытия.
 ** Покрытия I и II группы применяют при наличии требований к отделке.
 *** Покрытия III группы следует применять в агрессивной среде при наличии газов группы В, а также при влажном и мокром режиме помещений (или во влажной зоне).

5.3.7 Лакокрасочные защитные покрытия, применяемые для защиты надземных конструкций, делятся на атмосферостойкие (а — стойкие на открытом воздухе, ан — стойкие под навесом) и для внутренних работ (п — в помещениях).

К покрытиям в зависимости от класса среды по условиям эксплуатации, нагрузки и температуры предъявляются дополнительные требования стойкости (в — водостойкие, т — термостойкие, тр — трещиностойкие, м — маслостойкие, х — химически стойкие).

Трещиностойкие лакокрасочные покрытия применяют для конструкций, деформации которых сопровождаются раскрытием трещин в пределах, указанных в таблицах 13 и 15.

5.3.8 Системы лакокрасочных покрытий включают грунтовочные и покрывные защитные слои. В качестве грунтовок по бетону применяют лак на том же связующем, что и финишное покрытие, или совместимом с финишным, а также разбавленную финишную краску.

Лакокрасочные материалы, используемые для защиты поверхностей железобетонных конструкций, применяют по таблице 19.

Лакокрасочные толстослойные (мастичные), оклеечные и облицовочные покрытия для защиты поверхностей железобетонных конструкций, контактирующих с жидкой агрессивной средой, приведены в таблице 20.

Качество всех лакокрасочных материалов, применяемых для защиты от коррозии, должно быть подтверждено сертификатом качества.

5.3.9 Защитные покрытия и системы, предназначенные для антикоррозионной защиты поверхности железобетонных конструкций, в зависимости от предполагаемых условий эксплуатации применяют при наличии требуемых показателей качества: адгезии к бетону (за исключением покрытий,

укладываемых на основании свободно, без сплошной приклейки к основанию), водонепроницаемости, диффузионной проницаемости, морозостойкости, химической стойкости, биостойкости, трещиностойкости, паропроницаемости, декоративных и других свойств.

5.3.10 Значения показателей качества систем защитных покрытий бетона должны быть установлены в ТНПА для конкретной системы защиты, а также в проектной документации на конкретный объект.

Величина адгезии систем защитных покрытий с поверхностью бетона в соответствии с ГОСТ 28574 должна быть не менее: 0,6 МПа — для лакокрасочных покрытий I и II группы, 0,8 МПа — для III группы; 1,0 МПа — для мастичных покрытий.

Таблица 19 — Лакокрасочные покрытия для защиты железобетонных конструкций от коррозии

Характеристика лакокрасочного материала по типу пленкообразующего	Группа покрытия	Индекс покрытия ¹⁾ , характеризующий стойкость	Условия применения покрытия на конструкциях из железобетона
Алкидно-уретановые (АУ)	II, III	а, ан, п, х	Наносят по грунтовкам лаками типа АУ
Органосиликатные	II, III	а, ан, п	Наносят по грунтовкам на основе разбавленной краски
Кремнийорганические (КО)	III	а, ан, п, т	Наносят по грунтовкам на основе разбавленной краски
Каучуковые (КЧ)	III	а, ан, п, х, тр	Наносят по грунтовкам лаками типа КЧ
Полисилоксановые	III, IV	а, ан, п, х	Наносят по грунтовкам на основе разбавленной краски
Полиуретановые (УР)	III, IV	а, ан, п, х, тр	Наносят по грунтовкам лаками типа УР
Перхлорвиниловые и поливинилхлоридные (ХВ)	III, IV	а, ан, п, х	Наносят по грунтовкам лаками типа ХВ
Сополимеро-винилхлоридные (ХС)	III, IV	а, ан, п, х	Наносят по грунтовкам лаками типа ХС
Хлорсульфированные полиэтиленовые (ХП)	III, IV	а, ан, п, х, тр	Наносят по грунтовкам лаками типа ХП
Эпоксидные (ЭП)	III, IV	а, ан, п, х	Наносят по грунтовкам лаками типа ЭП или на основе разбавленной краски
Эпоксидно-каучуковые	III, IV	а, ан, п, х	Наносят по грунтовкам лаками или на основе разбавленной краски
Водно-дисперсионные полиакриловые	II, III	а, ан, п	Наносят по водно-дисперсионным грунтовкам или по грунтовкам на основе разбавленной краски
Водно-дисперсионные полиакриловые фосфатные	II, III	а, ан, п, т	
Водно-дисперсионные эпоксидно-акриловые	III, IV	а, ан, п, х	
Водно-дисперсионные эпоксидно-каучуковые	III, IV	а, ан, п, х	
Водно-дисперсионные полиуретановые	III, IV	а, ан, п, х	
¹⁾ См. в 5.3.7.			

Таблица 20 — Лакокрасочные толстослойные, комбинированные и пропиточные системы защиты

Система покрытия	Характеристика материала	Группа покрытия	Толщина системы покрытия, мм	Основной тип действия
Лакокрасочная толстослойная и комбинированная	Полиуретановый Каучуковый Эпоксидно-каучуковый Хлорсульфированный полиэтиленовый На основе полимочевины	III, IV	0,3–2,0	Защитное гидроизолирующее
Полимерцементная	На цементно-полимерной основе	III, IV	2,0–4,0	Защитное гидроизолирующее
Пропиточно-кольматирующая проникающего действия	На полимерной основе	II	—	Гидрофобизирующее защитное
		II, III	—	Защитное уплотняющее, гидроизолирующее
	На цементно-полимерной основе	II, III	1,0–5,0	Гидроизолирующее, кольматирующее, уплотняющее
Гидропломбы	На цементно-полимерной основе	—	—	Тампонирующее, гидроизолирующее

5.3.11 Защита поверхностей подземных конструкций назначается в зависимости от класса среды по условиям эксплуатации с учетом вида конструкций, их массивности, технологии изготовления и возведения, возможного повышения уровня грунтовых вод и их агрессивности в процессе эксплуатации сооружения.

Наружные боковые поверхности подземных конструкций зданий и сооружений, а также ограждающие конструкции подвальных помещений, подвергающихся воздействию агрессивных грунтовых вод или грунтов, должны быть покрыты мастичной, оклеечной или облицовочной гидроизоляцией. В зависимости от гидростатического напора грунтовых вод и влажностного режима помещений тип гидроизоляции назначают согласно ТКП 45-5.01-255.

Основные контролируемые параметры битумных мастичных и оклеечных покрытий должны соответствовать требованиям ГОСТ 9.602, цементных гидроизоляционных покрытий — СТБ 1543.

5.3.12 В жидких агрессивных средах бетонные и железобетонные фундаменты под металлические колонны и оборудование, а также участки поверхностей других конструкций, примыкающих к полу, должны быть защищены химически стойкими материалами на высоту не менее 300 мм от уровня чистого пола. При систематическом воздействии на фундаменты агрессивной жидкой среды классов ХА2 и ХА3 следует предусматривать устройство поддонов под оборудованием. В случае невозможности обеспечения защиты участков поверхностей конструкций от воздействия агрессивных жидкостей технологическими мерами их изоляцию выполняют оклеечными, облицовочными или другими покрытиями.

5.3.13 Для защиты подошвы бетонных и железобетонных фундаментов и сооружений следует предусматривать устройство изоляции, стойкой к воздействию агрессивной среды.

Материалы подготовки под фундаментные конструкции должны обладать коррозионной стойкостью к грунтовой среде в зоне фундамента.

Боковые поверхности подземных бетонных и железобетонных конструкций, контактирующих с агрессивной грунтовой водой или грунтом, следует защищать с учетом возможного повышения уровня грунтовых вод и их агрессивности в процессе эксплуатации сооружения.

5.3.14 Поверхности забивных и вибропогружаемых свай должны быть защищены механически прочными покрытиями или пропиткой, сохраняющими защитные свойства в процессе погружения. При этом марку бетона по водонепроницаемости для свай следует принимать не ниже W6.

При защите поверхности свай лакокрасочными (мастичными) покрытиями или пропиткой несущую способность забивных свай следует проверять испытаниями.

5.3.15 Для первичной защиты железобетонных конструкций, устройство защиты поверхности которых затруднено (бурунабивные сваи, конструкции, возводимые методом «стена в грунте», и т. п.), осуществляют выбор специальных видов цемента, заполнителей; подбирают состав бетона; вводят добавки, повышающие стойкость бетона, и т. п.

5.3.16 В жидких органических средах (масла, нефтепродукты, растворители) применение покрытий, а также композиций герметиков на основе битума не допускается.

При воздействии кислот с концентрацией: уксусной и хлоруксусной, азотной — более 10 %, серной — более 70 %, олеиновой и пикриновой — 100 %, жирных кислот применение битумных материалов не допускается.

5.3.17 Трубопроводы подземных коммуникаций, транспортирующие жидкости, агрессивные по отношению к бетону или железобетону, должны быть расположены в каналах или тоннелях и должны быть доступны для систематического осмотра.

Сточные лотки, приемки, коллекторы, транспортирующие агрессивные жидкости, должны быть удалены от фундаментов зданий, колонн, стен, фундаментов под оборудование не менее чем на 1 м.

Защиту бетонных и железобетонных конструкций полов следует выполнять согласно проекту с учетом степени агрессивного воздействия среды на материал, механических нагрузок (стирающее действие машин и пешеходов, ударные нагрузки) и тепловых воздействий.

При проектировании полов на грунте в случае средней и большой интенсивности воздействия жидких сред классов ХА2 и ХА3 должна дополнительно предусматриваться гидроизоляция под подстилающим слоем независимо от наличия грунтовых вод и их уровня.

5.3.18 Железобетонные конструкции канализационных сооружений, контактирующие с агрессивной газообразной внутренней средой, следует изготавливать из бетона класса прочности не ниже С25/30, по водонепроницаемости — не ниже W8. При проектировании канализационных трубопроводов, колодцев и камер на участках с агрессивной газообразной внутренней средой следует предусматривать защиту химически стойкими (без цементного вяжущего) силикатными, полимерными и другими материалами и применять железобетонные трубы с внутренней полимерной футеровкой.

Эффективность защитных покрытий канализационных сооружений должна быть подтверждена натурными испытаниями. Металлические элементы, подверженные газовой коррозии, следует выполнять из нержавеющей стали, защищать химически стойкими покрытиями или заменять коррозионно-стойкими композитными неметаллическими материалами.

5.3.19 В деформационных швах ограждающих железобетонных конструкций должны быть предусмотрены компенсаторы из оцинкованной, нержавеющей или гуммированной стали, полиизобутилена, эластичных коррозионно-стойких материалов, гидрошпонки, герметики, гидроизоляционные ленты или других коррозионно-стойких материалов и их установка на химически стойкой мастике с плотным закреплением.

5.3.20 Защиту внутренней поверхности стволов железобетонных дымовых и газодымовых труб, а также наружных поверхностей участков зоны окутывания при температуре до 80 °С следует выполнять лакокрасочными покрытиями согласно таблицам 18 и 19 в зависимости от класса среды по условиям эксплуатации.

5.3.21 Участки стволов труб и фундаментов, на которых возможно образование конденсата, должны быть защищены мастичными или оклеечными защитными покрытиями с устройством прижимной футеровки.

Для канализационных трубопроводов на участках со средами по условиям эксплуатации класса ХА3 применяют железобетонные трубы (с внутренним чехлом из полиэтилена или другим химически стойким покрытием), для которых не допускается раскрытие трещин или допускается их кратковременное раскрытие.

5.3.22 Для защиты железобетонных конструкций от биокоррозии следует предусматривать:

- применение веществ (ингибиторов), подавляющих деятельность микроорганизмов;
- ликвидацию источников питания для микроорганизмов (снижение содержания в сточных водах ионов железа, сульфатов, аммонийного азота);
- подщелачивание сточной воды известью до рН 8,5–9 при воздействии сульфатвосстанавливающих бактерий.

5.3.23 Для защиты стальной арматуры железобетонных свай, фундаментов, дорожных сооружений, элементов конструкций зданий при воздействии хлоридов или в условиях карбонизированного бетона применяют катодную поляризацию стали.

Катодную поляризацию осуществляют таким образом, чтобы создаваемый на поверхности арматуры защитный поляризационный потенциал (по абсолютной величине) был не ниже минус 0,85 В и не выше минус 1,1 В по медносульфатному электроду сравнения.

Арматуру конструкций, сваренную в единую электрическую систему, подсоединяют к отрицательному полюсу источника постоянного тока. В качестве анода используют электропроводящие покрытия или титановую сетку с металлооксидным покрытием, которые наносят на поверхность бетона конструкции, закрепляют и покрывают слоем цементно-песчаного раствора, а затем подключают к положительному полюсу источника постоянного тока.

Плотность тока для стали в насыщенном хлоридами бетоне должна составлять от 2 до 20 мА/м² (катодная защита), а для пассивации стали в карбонизированном бетоне от 0,2 до 2 мА/м² (катодная профилактика).

5.3.24 Установки электрохимической защиты (катодные станции, анодные заземления, протекторы, датчики электрохимического потенциала, неполяризующиеся электроды сравнения, кабели) должны соответствовать ГОСТ 9.602.

В случае отсутствия возможности устройства электрохимической защиты следует применять конструкции из химически стойких бетонов.

5.4 Требования по защите от коррозии стальных закладных деталей и соединительных элементов

5.4.1 Закладные детали и соединительные элементы, эксплуатирующиеся в условиях воздействия агрессивных сред, следует изготавливать из коррозионно-стойких видов сталей или с защитой металлическими протекторными покрытиями.

5.4.2 В обетонируемых и замоноличиваемых стыках, а также в узлах сопряжений конструкций закладные детали и соединительные элементы из обычных сталей без защитных покрытий должны быть защищены слоем бетона марки по водонепроницаемости не ниже, чем в стыкуемых конструкциях. Ширина раскрытия трещин в обетонируемых стыках и узлах сопряжения конструкций не должна превышать значений, указанных в таблицах 13 и 15.

Примечание — Обетонирование представляет собой заделку бетоном или раствором элементов деталей, расположенных на поверхностях конструкций; замоноличивание — заделку бетоном или раствором элементов деталей внутри узла сопряжения конструкций.

5.4.3 Толщина стальных элементов закладных деталей и соединительных элементов (лист, полоса, профиль), подвергающихся коррозионным воздействиям, должна быть не менее 6 мм, диаметр арматурных стержней — не менее 12 мм.

5.4.4 Класс среды по условиям эксплуатации для необетонируемых поверхностей закладных и соединительных деталей принимают как для металлических конструкций.

Защиту от коррозии поверхностей необетонируемых стальных закладных деталей и соединительных элементов железобетонных конструкций в зависимости от их назначения и класса среды по условиям эксплуатации следует производить:

— лакокрасочными покрытиями — в помещениях с сухим или нормальным влажностным режимом для классов среды по условиям эксплуатации ХА0 и ХА1, а также поверхностей элементов, доступных для возобновления покрытий;

— металлическими покрытиями (цинковыми и алюминиевыми) — в помещениях с влажным или мокрым влажностным режимом и на открытом воздухе для классов среды по условиям эксплуатации ХА0 и ХА1;

— комбинированными покрытиями (лакокрасочными по металлизационному слою) — для классов среды по условиям эксплуатации ХА2 и ХА3.

Примечание — Защитные покрытия не наносят на плоскости соприкосновения свариваемых закладных деталей и соединительных элементов.

5.4.5 Защиту от коррозии закладных деталей в конструкциях из бетонов автоклавного твердения для помещений с сухим и нормальным влажностными режимами и для классов среды по условиям эксплуатации ХА0 и ХА1 следует выполнять специальными антикоррозионными покрытиями и дополнительной окраской открытых поверхностей лакокрасочными покрытиями III и IV группы с добавлением в лакокрасочные покрытия не менее 5 % по массе алюминиевой пудры.

Защита от коррозии стальных соединительных элементов (гибких связей, анкеров, пластин, арматурных сеток) при устройстве наружных и внутренних стен из ячеистых бетонов автоклавного твердения должна осуществляться в заводских условиях путем нанесения антикоррозионных покрытий, применяемых для защиты арматуры и закладных деталей.

5.4.6 Закладные детали и соединительные элементы в стыках наружных ограждающих конструкций, подвергающиеся увлажнению атмосферной влагой, конденсатом, промышленными водами, независимо от степени агрессивного воздействия среды должны быть защищены металлическими или комбинированными покрытиями или применяться без защиты при их изготовлении из коррозионно-стойких видов стали.

5.4.7 В конструкциях с нестойкими комбинированными покрытиями (с металлическим подслоем на основе цинка или алюминия) в агрессивной среде класса по условиям эксплуатации ХА3 необетонируемые закладные детали и соединительные элементы железобетонных конструкций изготавливают из химически стойкой стали.

5.4.8 Алюминиевые покрытия следует применять для защиты закладных деталей и соединительных элементов в конструкциях зданий и сооружений с агрессивными газообразными средами, содержащими сернистый газ и сероводород. Закладные изделия с алюминиевым покрытием, контактирующим с бетоном, до обетонирования конструкций должны быть защищены дополнительно.

5.4.9 Толщина металлизационных покрытий и металлизационного слоя в комбинированных покрытиях для цинковых и алюминиевых покрытий должна быть не менее 120 мкм.

Минимальная толщина покрытий, наносимых гальваническим методом, методами горячего, холодного цинкования, газотермического и термодиффузионного напыления, должна быть соответственно 30, 50, 60, 100 и 25 мкм.

При толщине слоя алюминиевого покрытия более 120 мкм покрытие с места наложения сварного шва перед сваркой закладных деталей следует удалять.

5.4.10 Обетонирование закладных и соединительных деталей или их замоноличивание в узлах сопряжения строительных конструкций необходимо осуществлять тяжелым бетоном или раствором марки по водонепроницаемости, равной марке по водонепроницаемости стыкуемых конструкций, но не ниже W6, а для замоноличиваемых стыков, находящихся внутри здания или примыкающих к наружным ограждающим конструкциям, — согласно проектной документации.

Толщина защитного слоя бетона (расстояние от наружной поверхности до поверхности ближайшей стальной детали или соединительного элемента) должна быть не менее 20 мм.

5.4.11 Участки защитных покрытий, нарушенные при монтаже и сварке, а также сварной шов должны быть защищены путем нанесения на поверхности тех же или равноценных составов покрытий требуемой толщины.

5.5 Требования по защите железобетонных конструкций от электрокоррозии

5.5.1 Защиту от электрокоррозии выполняют:

а) при наличии блуждающих токов от установок постоянного тока для:

— железобетонных конструкций зданий и сооружений отделений электролиза;

— конструкций сооружений электрифицированного на постоянном токе рельсового транспорта;

— трубопроводов, коллекторов, фундаментов и других протяженных подземных конструкций зданий и сооружений, расположенных в поле тока от постороннего источника;

б) от действия переменного тока:

— при использовании железобетонных конструкций в качестве заземляющих устройств;

— для железобетонных конструкций железнодорожного транспорта, электрифицированного на переменном токе.

5.5.2 Опасность коррозии блуждающими токами следует устанавливать по значениям потенциала арматура — бетон или по плотности тока утечки с арматуры. Показатели опасности приведены в таблице 21.

При содержании ионов хлора в водной вытяжке из грунтов или в грунтовых водах от 500 мг/л и более железобетонные трубы подземных трубопроводов следует защищать от коррозии методами электрохимической защиты (ГОСТ 9.602).

Таблица 21 — Показатели опасности электрокоррозии арматуры в бетоне

Конструкции зданий и сооружений	Основные показатели опасности в анодных и знакопеременных зонах ¹⁾	
	потенциал арматура — бетон по отношению к медносульфатному электроду, В	плотность тока утечки с арматуры, мА/м ²
Подземные: указанные в 5.5.1 при содержании СГ в грунтовой воде до 0,2 г/л ²⁾	Св. 0,5	Св. 0,006
Наземные: отделений электролиза расплавов, сооружений промышленного рельсового транспорта	Св. 0,5	Св. 0,006
отделений электролиза водных растворов	Св. 0,0	Св. 0,006

¹⁾ Приведенные показатели действительны при условии защиты арматуры бетоном в конструкциях с шириной раскрытия трещин не более указанной в 5.5.5. При наличии в защитном слое бетона трещин с шириной раскрытия более указанной в 5.5.5, показатели опасности электрокоррозии принимают по ГОСТ 9.602.
²⁾ Определение содержания ионов хлора в грунтовых водах осуществляют в соответствии с ГОСТ 9.602.

5.5.3 В конструкциях, используемых в качестве заземляющих устройств, плотность тока, длительно стекающего с внешней поверхности арматуры подземных конструкций в грунт, не должна превышать 0,1 мА/м².

5.5.4 Способы защиты железобетонных конструкций от коррозии блуждающими токами подразделяются на следующие группы:

- I — ограничение токов утечки, выполняемое на источниках блуждающих токов;
- II — пассивная защита, выполняемая на железобетонных конструкциях;
- III — активная (электрохимическая) защита, выполняемая на железобетонных конструкциях, если пассивная защита невозможна или недостаточна.

При проектировании железобетонных конструкций зданий и сооружений отделений электролиза и сооружений электрифицированного на постоянном токе рельсового транспорта следует предусматривать способы защиты от электрокоррозии I и II группы.

5.5.5 Пассивная защита железобетонных конструкций, зданий и сооружений отделений электролиза и сооружений электрифицированного на постоянном токе рельсового транспорта должна обеспечиваться:

- применением марки бетона по водонепроницаемости не ниже W6;
- применением бетона с повышенным электрическим сопротивлением, достигаемым при использовании комплексных добавок водоредуцирующего действия и активных минеральных добавок;
- исключением применения бетонов с добавками, понижающими электросопротивление бетона, в том числе ингибирующими коррозию стали;
- назначением толщины защитного слоя бетона не менее 20 мм, а для опор контактной сети — не менее 16 мм;
- ограничением ширины раскрытия трещин не более 0,1 мм для предварительно напряженных конструкций и не более 0,2 мм — для обычных конструкций.

5.5.6 Введение добавок солей электролитов, понижающих электрическое сопротивление бетона, в бетон конструкций, находящихся в поле тока от посторонних источников, не допускается.

5.5.7 Для защиты от электрокоррозии отделений электролиза в зданиях и сооружениях следует предусматривать:

- устройство электроизоляционных швов в железобетонных перекрытиях, железобетонных площадках для обслуживания электролизеров, в подземных железобетонных конструкциях;
- применение полимербетона для конструкций, примыкающих к электронесущему оборудованию (опор, балок и фундаментов под электролизеры, опорных столбов под шинопроводы, опорных балок и фундаментов под оборудование, соединенное с электролизерами) в отделениях электролиза водных растворов;

— мероприятия по предотвращению облива раствором конструкций (устройство защитных козырьков и т. п.);

— защиту поверхностей фундаментов покрытиями, рекомендуемыми для защиты от коррозии подземных конструкций.

5.5.8 Стальное армирование фундаментов под электролизеры при их установке на уровне или ниже уровня грунта, каналов, желобов и других конструкций в отделениях электролиза водных растворов не допускается.

5.5.9 Для защиты от электрокоррозии железобетонных конструкций сооружений рельсового транспорта следует предусматривать установку электроизолирующих деталей и устройств, обеспечивающих электрическое сопротивление цепи заземления опор контактной сети и деталей крепления контактной сети к элементам конструкций мостов, эстакад, тоннелей и т. п. не менее 10 000 Ом.

5.5.10 При использовании железобетонных конструкций в качестве заземляющих устройств следует предусматривать соединение арматуры всех элементов конструкций (а также закладных деталей, устанавливаемых в железобетонные колонны для присоединения электрического технологического оборудования) в непрерывную электрическую цепь по металлу путем сварки арматуры или закладных деталей соприкасающихся элементов конструкций. При этом изменение расчетной схемы работы конструкций не допускается.

5.5.11 Использование в качестве заземлителей железобетонных фундаментов, подвергающихся воздействию сред классов ХА2 и ХА3, а также железобетонных конструкций для заземления электроустановок, работающих на постоянном электрическом токе, не допускается.

5.5.12 При проектировании электрохимической защиты железобетонных трубопроводов необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие непрерывную электрическую проводимость по металлу.

6 Деревянные конструкции

6.1 Степень агрессивного воздействия среды эксплуатации

6.1.1 Деревянные конструкции следует защищать от агрессивных воздействий, оказываемых биологическими агентами (дереворазрушающими грибами и др.), вызывающими биологическую коррозию древесины, а также химическими агрессивными средами (газообразные, твердые, жидкие), вызывающими химическую коррозию древесины.

6.1.2 Классы использования древесины по СТБ EN 335-1 и соответствующие им классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на древесину воды, влажного воздуха и биологически активных сред следует принимать по таблице 22; классы среды по условиям эксплуатации при воздействии газообразных сред — по таблице 23; твердых сред — по таблице 24; жидких неорганических сред — по таблице 25 и жидких органических сред — по таблице 26.

6.1.3 При проектировании деревянных конструкций для эксплуатации в химических средах классов среды по условиям эксплуатации ХА2 и ХА3 действие биологических агентов не учитывается.

Таблица 22 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на древесину воды, влажного воздуха и биологически активных сред

Класс использования древесины по СТБ EN 335-1	Общие условия эксплуатации	Примеры зданий и сооружений	Равновесная влажность древесины при эксплуатации, %	Вид биологического агента		Класс среды по условиям эксплуатации
				Дереворазрушающие грибы	Дереворазрушающие насекомые	
1	Внутри отапливаемых помещений с сухим и нормальным режимом ¹⁾	Общественные здания и сооружения, жилые дома	Не выше 15	—	+	ХА0

Окончание таблицы 22

Класс использования древесины по СТБ EN 335-1	Общие условия эксплуатации	Примеры зданий и сооружений	Равновесная влажность древесины при эксплуатации, %	Вид биологического агента		Класс среды по условиям эксплуатации
				Дереворазрушающие грибы	Дереворазрушающие насекомые	
2	Внутри отапливаемых помещений с влажным режимом ¹⁾	Аквапарки, бассейны, производственные, животноводческие и птицеводческие здания	Не выше 18, периодически выше 20	+	+	ХА1
	Внутри неотапливаемых помещений без источников тепла и влаговыделений	Складские здания различного назначения, неотапливаемые чердачные помещения	Не выше 18, периодически выше 20	+	+	
3	Вне помещений, но с защитой от атмосферных осадков	Открытые спортивно-физкультурные сооружения, навесы	Не выше 18, периодически выше 20	+	+	ХА2
	Внутри отапливаемых помещений с мокрым режимом ¹⁾ , а также внутри неотапливаемых помещений с источниками тепла и влаговыделений	Производственные, животноводческие и птицеводческие здания	Часто выше 20	+	+	
	На открытом воздухе (без контакта с землей)	Здания и сооружения с расположением конструкций полностью или частично на открытом воздухе	До 20 и выше	+	+	
4	На открытом воздухе при контакте с землей или водой	Опоры линий электропередачи, сваи, градирни	Часто или постоянно выше 20	+	+	ХА3
5	В соленой воде	Конструкции береговых сооружений, элементы мостов	Постоянно выше 20, мокрое состояние, зона переменного уровня воды	+	+	

¹⁾ Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43.

Примечание — + — возможно поражение древесины.

Таблица 23 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на древесину газообразных сред

Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43 Район влажности с учетом [1]	Группа газов по таблице А.1 (приложение А)	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии газообразных сред на древесину
Сухой Нормально-сухой	А	ХА0
	В	ХА0
	С	ХА0
	D	ХА1
Нормальный Нормально-влажный	А	ХА0
	В	ХА0
	С	ХА1
	Д	ХА2
Влажный или мокрый Влажный	А	ХА0
	В	ХА1
	С	ХА1
	Д	ХА2
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Для конструкций отапливаемых зданий, на поверхностях которых допускается образование конденсата, класс среды по условиям эксплуатации устанавливается как для конструкций в помещениях с влажным или мокрым режимом.</p> <p>2 При наличии в газообразной среде нескольких агрессивных газов класс по условиям эксплуатации определяется по наиболее агрессивному.</p>		

Таблица 24 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на древесину твердых сред

Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43 Район влажности с учетом [1]	Растворимость твердых сред в воде* и их гигроскопичность	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии на древесину твердых сред
Сухой Нормально-сухой	Малорастворимые	ХА0
	Хорошо растворимые малогигроскопичные	ХА0
	Хорошо растворимые гигроскопичные	ХА1
Нормальный Нормально-влажный	Малорастворимые	ХА0
	Хорошо растворимые малогигроскопичные	ХА1
	Хорошо растворимые гигроскопичные	ХА1
Влажный или мокрый Влажный	Малорастворимые	ХА0
	Хорошо растворимые малогигроскопичные	ХА1
	Хорошо растворимые гигроскопичные	ХА2
<p>* Перечень наиболее распространенных растворимых солей и их характеристики приведены в таблице А.2 (приложение А).</p>		

Таблица 25 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на древесину жидких неорганических сред

Среда	Концентрация, %	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии неорганических жидких сред на древесину*	Среда	Концентрация, %	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии неорганических жидких сред на древесину*
Вода: речная озерная морская	— — —	ХА0	Кислота: серная азотная соляная фосфорная Аммиак Щелочь	Св. 5 до 10 включ. “ 5 “ 10 “ “ 5 “ “ 10 “ 5 “ 10 “ До 2 включ. и св. 30	ХА2
Кислота: фосфорная серная азотная Аммиак	До 10 включ. “ 5 “ “ 5 “ “ 5 “	ХА1	Кислота: серная азотная соляная Щелочь	Св. 10 “ 10 “ 5 “ 2 до 30 включ.	ХА3
* При температуре сред от 45°С до 50°С класс по условиям эксплуатации повышается на одну ступень.					

Таблица 26 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на древесину жидких органических сред

Среда	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии органических жидких сред на древесину	Среда	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии органических жидких сред на древесину
Нефть и нефтепродукты	ХА0	Растворы органических кислот: уксусная, лимонная, щавелевая и т. д.	ХА1
Масла: минеральные, растительные, животные	ХА0	Растворители: бензол, ацетон	ХА1

6.2 Требования по защите от коррозии деревянных конструкций

6.2.1 Конструктивные решения зданий и сооружений должны обеспечивать:

- предохранение древесины от непосредственного увлажнения атмосферными осадками, грунтовыми и талыми водами (за исключением опор воздушных линий электропередачи), производственными водами, от промерзания, капиллярного и конденсационного увлажнения;
- систематическую просушку древесины конструкций путем создания осушающего температурно-влажностного режима (естественная и принудительная вентиляция помещений, устройство в конструкциях и частях зданий осушающих продухов, аэраторов);
- возможность периодического осмотра деревянных конструкций и возобновления защитных покрытий.

6.2.2 Несущие клееные деревянные конструкции, эксплуатируемые на открытом воздухе, должны иметь сплошное сечение. Верхние горизонтальные и наклонные грани этих конструкций следует защищать антисептированными досками, козырьками из оцинкованного кровельного железа, алюминия, стеклопластика или другого атмосферостойкого материала.

6.2.3 Для деревянных конструкций, предназначенных для эксплуатации в химических средах классов ХА2 и ХА3, необходимо предусматривать следующие дополнительные требования:

- для изготовления конструкций следует применять древесину хвойных пород (сосна, ель и др.);
- для деревянных конструкций следует применять окоренную древесину, не пораженную дереворазрушающими грибами и насекомыми; применять только просушенную древесину, влажность которой не превышает 20 %;
- несущие конструкции следует проектировать из элементов сплошного сечения (клееных, брусчатых) и с минимальным количеством металлических элементов, в том числе закладных деталей, и с применением химически стойких материалов (модифицированной полимерами древесины, стеклопластиков и др.). Металлические элементы должны быть защищены от коррозии;
- применение несущих конструкций, содержащих значительное количество промежуточных узлов и открытых горизонтальных и наклонных граней у деревянных элементов решетки, на которых скапливается химически агрессивная пыль, например ферм, допускается при технико-экономическом обосновании.

6.2.4 В целях исключения избыточного влагонакопления в панелях стен и плитах покрытий следует предусматривать вентиляционные продухи, сообщающиеся с наружным воздухом, а в случаях, предусмотренных теплотехническим расчетом, — применять пароизоляционный слой.

6.2.5 Защиту деревянных конструкций от коррозии, вызываемой воздействием биологических агентов, следует выполнять способами антисептирования, консервации, поверхностной пропиткой составами комплексного действия или покрытием лакокрасочными материалами. При воздействии химически агрессивных сред покрытие конструкций выполняют лакокрасочными материалами, поверхностной пропиткой составами комплексного действия или комбинированной защитой поверхностной пропитки в сочетании с лакокрасочными материалами.

6.2.6 Виды защитных покрытий от биологической коррозии приведены в таблице 27, способы защиты деревянных конструкций от коррозии, вызываемой биологическими агентами, — в таблице 28.

Способы защиты деревянных конструкций от коррозии, вызываемой газообразными, твердыми и жидкими средами, приведены в таблице 29.

Параметры защищенности древесины при антисептировании или консервации в зависимости от класса условий службы конструкций по ГОСТ 20022.2 или класса естественной стойкости по СТБ EN 350-2 должны соответствовать ГОСТ 20022.0 и СТБ EN 351-1.

Таблица 27 — Виды защитных покрытий от биологической коррозии

Вид защитного средства	Химическая основа средства	Способ обработки и норма расхода	
		Нанесение на поверхность, г/м ²	Консервация, кг/м ³
Биозащитные средства			
Антисептики водорастворимые: вымываемые трудновымываемые	Фториды, бораты	400–500	—
	Хром, медь, мышьяк	400–500	8–15
Антисептики органорастворимые	Алкидная	150–200	—
Антисептики маслянистые	Каменноугольная, сланцевая, антраценовая	—	75–100
Влагозащитные средства			
Лакокрасочные материалы водоразбавляемые	Акриловая, акрилово-алкидная	100–150	—
Лакокрасочные материалы органоразбавляемые: лаки, краски, эмали шпатлевки	Алкидная, уретано-алкидная,	100–150	—
	эпоксидная	800–1000	—

Окончание таблицы 27

Вид защитного средства	Химическая основа средства	Способ обработки и норма расхода	
		Нанесение на поверхность, г/м ²	Консервация, кг/м ³
Биовлагозащитные средства			
Пропиточные составы водоразбавляемые	Акриловая, акрилово-алкидная	120–150	—
Пропиточные составы органоразбавляемые	Алкидная	120–150	—
Пленкообразующие составы водоразбавляемые	Акриловая, акрилово-алкидная	150–200	—
Пленкообразующие составы органоразбавляемые	Алкидная, уретано-алкидная	150–200	—
Химически стойкие влагозащитные средства			
Лакокрасочные материалы органоразбавляемые	Перхлорвиниловая, уретано-алкидная, эпоксидная	120–150	—

Таблица 28 — Способы защиты древесины от коррозии, вызываемой биологическими агентами

Класс среды по условиям эксплуатации по таблице 22	Деревянные конструкции и их элементы	Способ защиты		
		Антисептирование	Консервация	Защитное покрытие
ХА0	Элементы несущих неклееных и клееных конструкций, связи, прогоны, элементы внутренних перегородок, стен, подвесных потолков	Не требуется		
ХА1	Несущие деревянные клееные конструкции, прогоны, обшивки ограждающих конструкций	—	—	Влагостойкие лакокрасочные покрытия или влагобиозащитные пропиточные составы
	Элементы несущих неклееных конструкций, каркасы ограждающих конструкций	Антисептирование водорастворимыми антисептиками или обработка антисептическими пастами	—	—
ХА2	Элементы несущих деревянных клееных конструкций, прогоны	—	—	Влагостойкие лакокрасочные покрытия или влагобиозащитные пропиточные составы

Окончание таблицы 28

Класс среды по условиям эксплуатации по таблице 22	Деревянные конструкции и их элементы	Способ защиты		
		Антисептирование	Консервация	Защитное покрытие
ХА2	Торцы, опорные элементы, места пересечений с наружными стенами, обшивки ограждающих конструкций	Антисептирование водорастворимыми антисептиками или обработка антисептическими пастами	—	Влагостойкие лакокрасочные покрытия
	Элементы несущих клееных конструкций, лаги, доски пола, коробки оконных и дверных блоков, связи, прогоны, каркасы ограждающих конструкций, верхние строения открытых сооружений, открытые элементы кровли, элементы мостов	Антисептирование трудновываемыми водорастворимыми антисептиками или обработка антисептическими пастами	—	—
ХА3	Элементы плит покрытия, каркас ограждающих конструкций	—	Консервация трудновываемыми водорастворимыми антисептиками	—
	Опоры ЛЭП, сваи, элементы мостов, градирни	—	Консервация маслянистыми или трудновываемыми водорастворимыми антисептиками*	—

* Также применяют антисептические пасты на основе трудновываемых антисептиков.

Таблица 29 — Способы защиты древесины от коррозии, вызываемой газообразными, твердыми и жидкими средами

Класс среды по условиям эксплуатации по таблицам 23–25	Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43	Способ защиты
	Район влажности с учетом [1]	
ХА0	Сухой, нормальный	Не требуется
	Нормально-сухой	
	Влажный, мокрый	Влагостойкие лакокрасочные материалы
	Влажный	

Окончание таблицы 29

Класс среды по условиям эксплуатации по таблицам 23–25	Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43	Способ защиты
	Район влажности с учетом [1]	
XA1	Сухой, нормальный	Не требуется
	Нормально-сухой	
XA2	Влажный, мокрый	Химически стойкие влагостойкие лакокрасочные материалы или влагобиостойкие пропиточные составы
	Влажный	
XA2	Сухой, нормальный	Химически стойкие лакокрасочные материалы
	Нормально-сухой	
XA3	Влажный, мокрый	Химически стойкие, влагостойкие лакокрасочные материалы или химически стойкие влагостойкие пропиточные составы
	Влажный	
XA3	Жидкая среда	Химически стойкие влагостойкие лакокрасочные материалы или химически стойкие влагостойкие пропиточные составы

7 Каменные и хризотилцементные конструкции

7.1 Степень агрессивного воздействия среды эксплуатации

7.1.1 Требования настоящего раздела распространяются на каменные конструкции, керамические и силикатные кладочные изделия и на хризотилцементные конструкции.

7.1.2 Класс среды по условиям эксплуатации для каменных конструкций определяют отдельно для раствора для каменной кладки, кладочного изделия и для конструкции из каменной кладки в целом, и принимают вариант, данная среда для которого является наиболее агрессивной.

Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии газообразных и твердых сред на конструкции из кладочных изделий следует принимать по таблицам 30 и 31, при воздействии засоленных грунтов — по таблице 4.

Класс МХ4 микроусловий эксплуатации кладки по ТКП EN 1996-2 соответствует классу среды по условиям эксплуатации XA1; класс МХ5, в зависимости от вида и концентрации агрессивной среды, — классу XA2 или XA3.

Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии жидких сред на конструкции из кирпича для растворов, содержащих хлориды, сульфаты, нитраты и другие соли и едкие щелочи в количестве св. 10 до 15 г/л, следует принимать XA1; св. 15 до 20 г/л — XA2; св. 20 г/л — XA3.

Применение конструкций из силикатных кладочных изделий в жидких агрессивных средах не допускается.

7.1.3 Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии жидких сред на цементные кладочные растворы следует принимать по таблицам 5, 6 и 8 (как для бетона на портландцементе марки по водонепроницаемости W4); для цементно-известковых растворов класс среды по условиям эксплуатации принимают на одну ступень выше указанной в данных таблицах. Применение растворов с добавками глины или золы не допускается.

7.1.4 Класс среды по условиям эксплуатации для хризотилцементных конструкций следует принимать как для бетона: при воздействии газообразных сред — по таблице 2; твердых сред — по таблице 3; грунтов — по таблице 4; жидких сред — по таблицам 5, 6 и 9, как для бетона на портландцементе марки по водонепроницаемости W4.

Таблица 30 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на конструкции из кладочных изделий газообразных сред

Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43 Район (подрайон) влажности с учетом [1]	Группа газов по таблице А.1 (приложение А)	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии газообразных сред на конструкции из кладочных изделий (см. примечания к таблице 2)	
		керамических пластического формования	силикатных
Сухой Нормально-сухой	В	ХА0	ХА0
	С	ХА0	ХА0
	Д	ХА0	ХА0
Нормальный Нормально-влажный	В	ХА0	ХА0
	С	ХА0	ХА0
	Д	ХА0	ХА1
Влажный, мокрый Влажный	В	ХА0	ХА0
	С	ХА0	ХА1
	Д	ХА0	ХА2

Таблица 31 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии на конструкции из кладочных изделий твердых сред

Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43 Район (подрайон) влажности с учетом [1]	Растворимость твердых сред в воде* и их гигроскопичность	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии твердых сред на конструкции из кладочных изделий	
		керамических пластического формования	силикатных
Сухой Нормально-сухой	Хорошо растворимые мало-гигроскопичные	ХА0	ХА0
	Хорошо растворимые гигроскопичные	ХА0	ХА0
Нормальный Нормально-влажный	Хорошо растворимые мало-гигроскопичные	ХА0	ХА1
	Хорошо растворимые гигроскопичные	ХА1	ХА2
Влажный, мокрый Влажный	Хорошо растворимые мало-гигроскопичные	ХА1	ХА2
	Хорошо растворимые гигроскопичные	ХА2	ХА2

* Перечень наиболее распространенных растворимых солей, аэрозолей, пыли и их характеристики приведены в таблице А.2 (приложение А).

7.1.5 В хризотилцементных коробах, применяемых для вентиляции зданий и сооружений с агрессивной средой, класс среды по условиям эксплуатации внутри короба следует принимать на одну степень выше, чем внутри здания.

7.1.6 При периодическом воздействии влажной агрессивной среды, а также замораживании и оттаивании кладки марку по морозостойкости кладочного изделия и раствора следует принимать согласно ТКП 45-5.02-308 (приложение Б).

7.1.7 Цемент, песок и вода для растворов должны соответствовать требованиям 5.2.1.

Для кислых сред класса ХА3 следует применять кислотостойкие растворы на основе жидкого стекла или полимерных связующих.

Все швы каменной кладки в помещениях с агрессивной средой должны быть расшиты.

7.2 Требования по защите от коррозии каменных и хризотилцементных конструкций

7.2.1 Контакт хризотилцементных стеновых панелей с грунтом не допускается. Хризотилцементные стеновые панели следует устанавливать на цоколе, имеющем гидроизоляционную прокладку, предохраняющую хризотилцементные стеновые панели от капиллярного подсоса агрессивных грунтовых вод.

7.2.2 Поверхность каменных и армокаменных конструкций следует защищать от коррозии лакокрасочными (по штукатурке) или лакокрасочными толстослойными мастичными материалами (по штукатурке или непосредственно по кладке).

7.2.3 Арматурные и вспомогательные изделия для каменной кладки, в том числе перемычки, должны быть защищены от коррозии в соответствии с требованиями СТБ EN 845-1–СТБ EN 845-3:

— металлическими покрытиями в помещениях с влажным или мокрым режимом и на открытом воздухе — для классов среды по условиям эксплуатации ХА0 и ХА1;

— комбинированными покрытиями (лакокрасочными по металлизационному слою) — для классов среды по условиям эксплуатации ХА2 и ХА3.

7.2.4 Поверхности хризотилцементных конструкций следует защищать от воздействия агрессивных сред классов ХА2 и ХА3 лакокрасочными покрытиями в соответствии с требованиями 5.3.

7.2.5 Защиту хризотилцементных составных конструкций, в которых используются дерево, металл, полимерные материалы, выполняют с учетом класса среды по условиям эксплуатации для каждого из применяемых материалов.

8 Металлические конструкции

8.1 Степень агрессивного воздействия среды эксплуатации

8.1.1 Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии сред на металлические конструкции приведены:

- атмосферного воздуха — в таблицах 32, 33;
- жидких неорганических сред — в таблице 34;
- жидких органических сред — в таблице 35;
- грунтов на конструкции из углеродистой стали — в таблице 36.

Категории коррозионной активности согласно СТБ ISO 12944-2 и классы среды по условиям эксплуатации при воздействии атмосферной среды на металлические конструкции приведены в таблице 37.

Таблица 32 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии газовых сред на металлические конструкции

Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43 Район (подрайон) влажности с учетом [1]	Группа газов по таблице А.1 (приложение А)	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии атмосферного воздуха на металлические конструкции		
		внутри отапливаемых зданий	внутри неотапливаемых зданий или под навесами	на открытом воздухе
Сухой Нормально-сухой	А	ХА0	ХА0	ХА1
	В	ХА0	ХА1	ХА1
	С	ХА1	ХА2	ХА2
	D	ХА2	ХА2	ХА3
Нормальный Нормально-влажный	А	ХА0	ХА1	ХА1
	В	ХА1	ХА2	ХА2
	С	ХА1	ХА2	ХА2
	Д	ХА2	ХА3	ХА3

Окончание таблицы 32

Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43 Район (подрайон) влажности с учетом [1]	Группа газов по таблице А.1 (приложение А)	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии атмосферного воздуха на металлические конструкции		
		внутри отапливаемых зданий	внутри неотапливаемых зданий или под навесами	на открытом воздухе
Влажный, мокрый	А	ХА2	ХА2	ХА2
Влажный	В	ХА2	ХА2	ХА2
	С	ХА3	ХА3	ХА3
	D	ХА3	ХА3	ХА3
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 При оценке класса среды по условиям эксплуатации влияние углекислого газа не учитывается.</p> <p>2 При оценке класса среды по условиям эксплуатации для алюминиевых конструкций влияние сернистого газа, сероводорода, оксидов азота и аммиака в концентрациях по группам А и В не учитывается; во влажной зоне при газах группы А класс среды по условиям эксплуатации принимают ХА1.</p>				

Таблица 33 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии твердых сред и аэрозолей на металлические конструкции

Влажностный режим помещений по ТКП 45-2.04-43 Район (подрайон) влажности с учетом [1]	Растворимость твердых сред ¹⁾ в воде и их гигроскопичность	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии среды на металлические конструкции ²⁾		
		внутри отапливаемых зданий	внутри неотапливаемых зданий или под навесами	на открытом воздухе
Сухой Нормально-сухой	Малорастворимые	ХА0	ХА0	ХА1
	Хорошо растворимые малогигроскопичные	ХА0	ХА1	ХА1
	Хорошо растворимые гигроскопичные	ХА1	ХА1	ХА2
Нормальный Нормально-влажный	Малорастворимые	ХА0	ХА1	ХА1
	Хорошо растворимые малогигроскопичные	ХА1	ХА2	ХА2
	Хорошо растворимые гигроскопичные	ХА2	ХА2	ХА2
Влажный или мокрый Влажный	Малорастворимые	ХА1	ХА1	ХА1
	Хорошо растворимые малогигроскопичные	ХА2	ХА2	ХА2
	Хорошо растворимые гигроскопичные	ХА2	ХА2	ХА3
<p>¹⁾ Перечень твердых сред и их характеристика приведены в таблице А.2 (приложение А).</p> <p>²⁾ Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии твердых сред и аэрозолей на конструкции из алюминия следует принимать ХА3 при суммарном выпадении хлоридов св. 25 мг/(м²-сут), класс ХА2 — св. 5 мг/(м²-сут). Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии сред, содержащих сульфаты, нитраты, нитриты, фосфаты и другие окисляющие соли, на конструкции из алюминия определяют только при одновременном воздействии хлоридов в соответствии с их количеством.</p>				
<p><i>Примечание</i> — Для частей ограждающих конструкций, находящихся внутри зданий, класс среды по условиям эксплуатации устанавливают как для помещений с влажным или мокрым режимом.</p>				

Таблица 34 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии жидких неорганических сред на металлические конструкции

Неорганическая жидкая среда	Водородный показатель pH	Суммарная концентрация сульфатов и хлоридов, г/л	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии сред на металлические конструкции при свободном доступе кислорода в интервале температур от 0 °С до 50 °С и скорости движения до 1 м/с
Пресные природные воды	Св. 3 до 11 включ.	До 5 включ. Св. 5	ХА2 ХА3
	До 3 включ.	Любая	ХА3
Минерализованная вода	Св. 6 до 8,5 включ.	Св. 20 до 50 включ.	ХА2
Производственные оборотные и сточные воды без очистки	Св. 3 до 11 включ.	До 5 включ.	ХА2
		Св. 5	ХА3
Сточные жидкости животноводческих зданий	Св. 5 до 9 включ.	До 5 включ.	ХА2
Растворы неорганических кислот	До 3 включ.	Любая	ХА3
Растворы щелочей	Св. 11	Любая	ХА2
Растворы солей концентрацией св. 50 г/л	Св. 3 до 11 включ.	Любая	ХА3
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 При насыщении воды хлором или сероводородом класс среды по условиям эксплуатации принимают на одну ступень выше.</p> <p>2 При удалении кислорода из воды и растворов солей (деаэрация) класс среды по условиям эксплуатации принимают на одну ступень ниже.</p> <p>3 При увеличении скорости движения воды от 1 до 10 м/с, а также при периодическом смачивании поверхности конструкций или при повышении температуры воды от 50 °С до 100 °С в закрытых резервуарах без деаэрации класс среды по условиям эксплуатации принимают на одну ступень выше.</p>			

Таблица 35 — Классы среды по условиям эксплуатации при воздействии жидких органических сред на металлические конструкции

Органическая жидкая среда	Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии среды на металлические конструкции
Масла (минеральные, растительные, животные)	ХА0
Нефть и нефтепродукты	ХА1
Растворители (бензол, ацетон)	ХА1
Растворы органических кислот	От ХА1 до ХА3
<p><i>Примечание</i> — Класс среды по условиям эксплуатации для нефти и нефтепродуктов приведен при воздействии на металлические конструкции, поддерживающие резервуар, и наружную поверхность конструкций резервуаров. Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии нефти и нефтепродуктов на конструкции внутри резервуаров принимают по таблице 43.</p>	

8.1.2 При определении класса среды по условиям эксплуатации по таблицам 32 и 33 для частей конструкций, находящихся внутри отапливаемых зданий, характеристики влажностного режима помещений принимают по ТКП 45-2.04-43; для частей конструкций, находящихся внутри неотапливаемых зданий, под навесами и на открытом воздухе, — районы влажности с учетом [1]. Загрязнение воздуха, в том числе внутри зданий, солями, пылью или аэрозолями следует учитывать при их средней годовой концентрации не ниже 0,3 мг/(м²·сут).

Таблица 36 — Классы среды по условиям эксплуатации для металлических конструкций в грунтах

Средняя годовая температура воздуха, °С*	Характеристика грунтовых вод**		Класс среды по условиям эксплуатации для грунтов ниже уровня грунтовых вод	Класс среды по условиям эксплуатации для грунтов выше уровня грунтовых вод***		
	рН	Суммарная концентрация сульфатов и хлоридов, г/л		В районах (подрайонах) с влажностью с учетом [1]	При значениях удельного сопротивления грунтов, Ом	
					до 20 включ.	св. 20
Св. 0 до 6 включ.	До 5 включ.	Любая	ХА3	Влажный	ХА3	ХА2
	Св. 5	До 1 включ.	ХА1	Нормально-сухой	ХА2	ХА1
	Св. 5	Св. 1	ХА2	Нормально-влажный	ХА3	ХА2
Св. 6	До 5 включ.	Любая	ХА3	Влажный	ХА3	ХА3
	Св. 5	До 5 включ.	ХА2	Нормально-сухой	ХА2	ХА2
	Св. 5	Св. 5	ХА3	Нормально-влажный	ХА3	ХА2
* Средняя годовая температура воздуха с учетом [1]. ** Не рассматривается воздействие геотермальных вод. *** Для сильнофильтрующих и среднефильтрующих грунтов с коэффициентом фильтрации более 0,1 м/сут.						
Примечание — Для донных песчаных грунтов, не содержащих ил, а также содержащих донный ил и сероводород до 20 мг/л, принимают класс среды по условиям эксплуатации ХА1, для содержащих сероводород св. 20 мг/л — ХА2.						

Таблица 37 — Классы среды по условиям эксплуатации и категории коррозионной активности для металлических конструкций в газообразных средах

Категория коррозионной активности согласно СТБ ISO 12944-2	Класс среды по условиям эксплуатации по таблице 1	Общее условие эксплуатации конструкций	Группа газов по таблице А.1 (приложение А)
С1	ХА0	Внутри отапливаемых зданий с сухим и нормальным влажностным режимом, внутри неотапливаемых зданий или под навесами в сухой зоне влажности ¹⁾	А
		Внутри отапливаемых зданий с сухим влажностным режимом ¹⁾	В

Продолжение таблицы 37

Категория коррозионной активности согласно СТБ ISO 12944-2	Класс среды по условиям эксплуатации по таблице 1	Общее условие эксплуатации конструкций	Группа газов по таблице А.1 (приложение А)
С2	ХА1	На открытом воздухе в сухой и нормальной зонах влажности	А ²⁾
		Внутри неотапливаемых зданий или под навесами в сухой зоне влажности	В
		Внутри неотапливаемых зданий или под навесами в нормальной зоне влажности	А ²⁾
		Внутри отапливаемых зданий с нормальным влажностным режимом ¹⁾	В
С3	ХА1	На открытом воздухе в сухой и нормальной зонах влажности	А ³⁾
		На открытом воздухе в сухой зоне влажности	В
		Внутри неотапливаемых зданий или под навесами в сухой зоне влажности	В
		Внутри неотапливаемых зданий или под навесами в нормальной зоне влажности	А ³⁾
		Внутри отапливаемых зданий с сухим и нормальными влажностными режимами ¹⁾	С
С4	ХА2	На открытом воздухе и внутри неотапливаемых зданий или под навесами в сухой зоне влажности	С
		На открытом воздухе и внутри неотапливаемых зданий или под навесами в нормальной зоне влажности	В, С
		На открытом воздухе и внутри неотапливаемых зданий или под навесами во влажной зоне влажности	А, В
		Внутри неотапливаемых зданий или под навесами в сухой зоне влажности	D
		Внутри отапливаемых зданий с сухим и нормальными влажностными режимами ¹⁾	D
		Внутри отапливаемых зданий с влажным влажностным режимом ¹⁾	А, В
С5	ХА3	На открытом воздухе в сухой, нормальной и влажной зонах влажности	D
		На открытом воздухе и внутри неотапливаемых зданий или под навесами во влажной зоне влажности	С, D
		Внутри неотапливаемых зданий или под навесами в нормальной зоне влажности	D
		Внутри отапливаемых зданий с влажным влажностным режимом ¹⁾	С, D

Окончание таблицы 37

<p>¹⁾ В отапливаемом здании при увлажнении поверхности в результате конденсации влаги, протечек или попадания брызг воды категория условий эксплуатации принимается как для конструкций на открытом воздухе.</p> <p>²⁾ При концентрации агрессивных газов, мг/м³: диоксид углерода — до 500, аммиак — до 0,04, диоксид серы — до 0,05, фторид водорода — до 0,005, оксиды азота — до 0,04, хлор — до 0,03.</p> <p>³⁾ При концентрации агрессивных газов, мг/м³: диоксид углерода — св. 500 до 2000, аммиак — св. 0,04 до 0,2, диоксид серы — св. 0,05 до 0,5, фторид водорода — св. 0,005 до 0,05, сульфид водорода — до 0,01, оксиды азота — св. 0,04 до 0,1, хлор — до 0,1, хлорид водорода — до 0,05.</p>

8.2 Требования к материалам и конструкциям

8.2.1 Конструкции зданий и сооружений в целом, элементы и узлы соединения конструкций должны быть доступными для осмотров и возобновления защитных покрытий.

При отсутствии возможности обеспечения данных требований конструкции должны быть защищены от коррозии на весь период эксплуатации.

8.2.2 Стальные конструкции зданий для производств со средами класса по условиям эксплуатации ХА3 следует проектировать со сплошными стенками.

8.2.3 Стальные конструкции зданий и сооружений для производств с агрессивными средами с элементами из труб или из замкнутого прямоугольного профиля следует проектировать с герметичными швами и заваркой торцов. При этом защиту от коррозии внутренних поверхностей не производят. Элементы замкнутого сечения в средах класса по условиям эксплуатации ХА1 для конструкций на открытом воздухе применяют при условии исключения попадания атмосферных осадков внутрь элементов и обеспечения отвода воды с участков ее возможного скопления с помощью дренажных отверстий.

8.2.4 Применение металлических конструкций с тавровыми сечениями из двух уголков, крестовыми сечениями из четырех уголков, с незащелкнутыми прямоугольными сечениями, двутавровыми сечениями из швеллеров или из гнутых профилей, конструкций с щелевыми зазорами и прерывистыми сварными швами в зданиях и сооружениях при воздействии сред классов по условиям эксплуатации ХА2 и ХА3 не допускается.

8.2.5 Несущие конструкции одноэтажных отапливаемых зданий с ограждающими конструкциями из панелей, включающих профилированные листы из оцинкованной стали, следует проектировать для сред классов по условиям эксплуатации ХА0 и ХА1. Проектирование зданий с панелями, включающими профилированные листы из оцинкованной стали, для зданий при воздействии сред классов по условиям эксплуатации ХА2 и ХА3 не допускается.

8.2.6 Не допускается применение стальных конструкций при проектировании:

— зданий и сооружений при воздействии сред классов по условиям эксплуатации ХА2 и ХА3, а также зданий и сооружений при воздействии сред класса по условиям эксплуатации ХА1, содержащих сернистый ангидрид или сероводород по группе газов В, — из стали марок 09Г2 и 14Г2;

— зданий и сооружений при воздействии сред классов по условиям эксплуатации ХА2 и ХА3, содержащих сернистый ангидрид или сероводород по группам газов В, С или D, — из стали марки 18Г2АФпс.

8.2.7 Стальные конструкции зданий и сооружений при воздействии сред класса по условиям эксплуатации ХА1, содержащих сернистый ангидрид, сероводород или хлористый водород по группам газов В и С, при воздействии сред классов ХА2 и ХА3, а также сооружений при воздействии жидких сред или грунтов классов по условиям эксплуатации ХА2 и ХА3 допускается проектировать из стали марок 12ГН2МФАЮ, 12Г2СМФ, 14ГСМФР с пределом текучести не менее 588 МПа и стали с более высокой прочностью только после проведения испытаний на способность стали и сварных соединений к коррозии под напряжением при постоянной, ступенчато изменяемой нагрузке или при постоянной деформации в данной среде в соответствии с требованиями ГОСТ 9.903.

8.2.8 Применение алюминия, оцинкованной стали или металлических защитных покрытий не допускается при проектировании конструкций зданий и сооружений, на которые воздействуют жидкие среды или грунты с рН до 4 и св. 11, растворы солей меди, ртути, олова, никеля, свинца и других тяжелых металлов, твердая щелочь, кальцинированная сода или другие хорошо растворимые гигроскопичные соли со щелочной реакцией, способные откладываться на конструкциях в виде пыли, если без учета воздействия пыли степень агрессивного воздействия среды соответствует классу по условиям эксплуатации ХА2 или ХА3.

В проектной документации объектов должны быть установлены требования о необходимости удаления с поверхностей алюминиевых конструкций пыли, жидких сред, строительного раствора и незатвердевшего бетона, попадание которых возможно в процессе строительных работ.

8.2.9 Проектирование конструкций зданий и сооружений из алюминия со средами классов по условиям эксплуатации ХА2 и ХА3 при концентрации хлора, хлористого водорода и фтористого водорода по группам газов С и D не допускается. Применение сплавов алюминия марок 1915, 1925, 1915Т, 1925Т и 1935Т для конструкций, находящихся в неорганических жидких средах, не допускается.

8.2.10 Проектирование стальных конструкций с соединениями на заклепках из стали марки 09Г2 для зданий и сооружений со средами класса по условиям эксплуатации ХА1, содержащими сернистый ангидрид или сероводород по группе газов В, а также зданий и сооружений со средами классов по условиям эксплуатации ХА2 и ХА3 не допускается.

8.2.11 При проектировании элементов конструкций из стальных канатов для сооружений на открытом воздухе следует учитывать требования, установленные в таблице 38; для стальных канатов внутри зданий с агрессивными средами или внутри коробов (класс среды по условиям эксплуатации которых оценивается по таблице 32 как для неотапливаемых зданий) — согласно таблице 38 (как для сред классов по условиям эксплуатации ХА2 и ХА3 для сооружений на открытом воздухе).

8.2.12 При проектировании конструкций из разнородных металлов для эксплуатации в агрессивных средах следует предусматривать меры по предотвращению коррозии в зонах контакта разнородных металлов, а при проектировании сварных конструкций — учитывать требования, установленные в таблице 39.

Таблица 38 — Требования по защите стальных канатов, эксплуатируемых на открытом воздухе

Район влажности с учетом [1]	Класс среды по условиям эксплуатации	Конструкция канатов	Временное сопротивление разрыву проволоки для канатов, МПа	Группа цинковых покрытий проволоки по ГОСТ 7372
Нормальный, влажный	ХА1	Любая	До 1764	Ж ¹⁾ или ОЖ ²⁾
	ХА2 или ХА3	Закрытая	Наружные витки каната — до 1372, внутренние витки каната — до 1764	ОЖ с дополнительной защитой лакокрасочными покрытиями, смазками или полимерными пленками
¹⁾ При отсутствии постоянного наблюдения в процессе эксплуатации за состоянием конструкций необходимо предусматривать дополнительную защиту лакокрасочными покрытиями, смазками или полимерными пленками. ²⁾ Для слоев проволоки с первого до предпоследнего допускается группа покрытия Ж.				

Таблица 39 — Материалы для сварки стальных конструкций в агрессивных средах

Класс среды по условиям эксплуатации	Марка стали	Марка материалов для сварки		
		сварочной проволоки		покрытых электродов
		Под флюсом	В углекислом газе	
ХА1*	10ХНДП, 10ХДП	Св-08Х1ДЮ, Св-10НМА, Св-08ХМ	ППВ-5к**, Св-08ХГ2СДЮ	ОЗС-18
	10ХСНД, 15ХСНД, 10ХСНДА, 15ХСНДА	Св-10НМА, Св-08ХМ	Св-08ХГ2СДЮ	ОЗС-24, АН-Х7, ВСН-3, Э138-45Н, Э138-50Н***
ХА2 и ХА3	10ХСНД, 15ХСНД, 10ХСНДА, 15ХСНДА	Св-10НМА, Св-08ХМ	Св-08ХГ2СДЮ	АН-Х7, ВСН-3, Э138-45Н, ОЗС-24, Э138-50Н***
	10ХНДП, 10ХДП	Св-08Х1ДЮ, Св-10НМА, Св-08ХМ	Св-08ХГ2СДЮ	ОЗС-18

Окончание таблицы 39

Класс среды по условиям эксплуатации	Марка стали	Марка материалов для сварки		
		сварочной проволоки		покрытых электродов
		Под флюсом	В углекислом газе	
ХА2 и ХА3	09Г2С, 10Г2С1	Св-10Г2, Св-10ГА, Св-08ГА	Св-08Г2С, Св-08Г2СЦ	УОНИ 13/55
	18Г2АФпс, 16Г2АФ	—	Св-08Г2С	УОНИ 13/65
	15Г2АФДпс, 14Г2АФ	—	Св-08Г2СЦ	—
	12ГН2МФАЮ, 12Г2СМФ	Св-08ХГН2МЮ	Св-10ХГ2СМА	Любые типа Э70
<p>* При проектировании конструкций без защиты от коррозии. ** Без дополнительной защиты. *** Только для стали марки 10ХСНД.</p>				
<p><i>Примечание</i> — Выбор покрытых электродов для ручной сварки конструкций из стали марок 10ХСНД, 15ХСНД, 10ХСНДА, 15ХСНДА производится по согласованию с заказчиком и монтажными организациями.</p>				

Контактные поверхности в месте соприкосновения металлов с гальванической связью в конструкции должны быть электроизолированными, например, посредством нанесения лакокрасочного покрытия на обе поверхности металлов. При нанесении покрытия только на одну поверхность его наносят на более благородный металл.

8.2.13 На металлических конструкциях зданий и сооружений, подвергающихся воздействию агрессивных сред, а также сооружений на открытом воздухе, не допускается скопление атмосферной влаги, конденсата, производственной пыли и жидких агрессивных сред, а также затрудненное их удаление.

8.2.14 Минимальную толщину листов ограждающих конструкций, применяемых без защиты от коррозии, следует определять в соответствии с таблицей В.1 (приложение В).

8.3 Требования по защите от коррозии поверхностей стальных и алюминиевых конструкций

8.3.1 Способы защиты от коррозии стальных несущих конструкций и ограждающих конструкций из алюминия и оцинкованной стали — в соответствии с таблицами 40, В.2 и В.3 (приложение В), а также СТБ ISO 12944-5 (приложение А). В случаях если имеются различия количества слоев, толщины покрытия или вида пленкообразующего, принимают вариант, обеспечивающий большую долговечность. Несущие конструкции из стали марки 10ХНДП допускается не защищать от коррозии на открытом воздухе в условиях воздействия агрессивной среды класса по условиям эксплуатации ХА1, из стали марок 10ХСНД, 15ХСНД — на открытом воздухе в нормально-сухом подрайоне с учетом [1] при содержании в атмосфере газов группы А (класс среды по условиям эксплуатации ХА1). Ограждающие конструкции из стали марок 10ХНДП (для сред с газами групп А и В) и 10ХДП (для сред с газами группы А) также применяют без устройства защиты от коррозии в условиях воздействия агрессивной среды класса по условиям эксплуатации ХА1 на открытом воздухе. Части конструкций из стали этих марок, находящиеся внутри зданий в условиях воздействия агрессивной среды классов по условиям эксплуатации ХА0 и ХА1, должны быть защищены от коррозии лакокрасочными покрытиями II и III группы, наносимыми на линиях окрашивания и профилирования металла, или способами, предусмотренными для защиты в условиях воздействия агрессивной среды класса по условиям эксплуатации ХА1.

Ограждающие конструкции из неоцинкованной углеродистой стали с лакокрасочными покрытиями II и III группы, нанесенными на линиях окрашивания и профилирования металла, также применяют в условиях воздействия агрессивной среды класса по условиям эксплуатации ХА0. Защиту от коррозии стальных конструкций методом горячего цинкования необходимо осуществлять в соответствии с СТБ ISO 14713-1 и СТБ EN 1090-2.

Таблица 40 — Классы среды по условиям эксплуатации и способы защиты от коррозии стальных конструкций

Условия эксплуатации конструкций		Класс среды по условиям эксплуатации	Группа лакокрасочного покрытия для стальных конструкций (римские цифры) и индекс покрытия (буквы*), общая толщина лакокрасочного покрытия, включая грунтовку, мкм (арабские цифры)			
			Материал конструкций		Материал металлических защитных покрытий	
			Углеродистая и низколегированная стали без металлических защитных покрытий ¹⁾	Оцинкованная сталь класса I по ГОСТ 14918	Цинковые покрытия (горячее и термодиффузионное цинкование)	Цинковые и алюминиевые покрытия (газотермическое напыление)
Внутри отапливаемых и неотапливаемых зданий	Помещения с газами группы А или малорастворимыми солями и пылью	XA1	Ip-80	IIp-40 ²⁾	Без лакокрасочного покрытия	
		XA2	IIa-160	Не применять ³⁾	IIa-120	IIa-120
	Помещения с газами групп В, С, D или хорошо растворимыми (малогигроскопичными и гигроскопичными) солями, аэрозолями и пылью	XA1	IIIx-120	IIIx-60 ²⁾	Без лакокрасочного покрытия	
		XA2	IIIx-160	Не применять ⁴⁾	IIIx-160	IIIx-160
		XA3	IVx-240	Не применять	Не допускается к применению	IVx-240
На открытом воздухе и под навесами	Газы группы А или малорастворимые соли и пыль	XA1	Ia-80	IIa-40 ²⁾	Без лакокрасочного покрытия	
		XA2	IIa-160	Не применять ⁴⁾	IIa-120	IIa-120
	Газы группы В, С, D или хорошо растворимые (малогигроскопичные и гигроскопичные) соли, аэрозоли и пыль	XA1	IIIa-120	IIIa-60 ²⁾	Без лакокрасочного покрытия	
		XA2	IIIa-160	Не применять ⁴⁾	IIIa-120	IIIa-120
		XA3	IVx-200	Не применять	Не допускается к применению	IVa-240
В жидких средах ⁵⁾	XA1	III-160	Не допускается к применению	III-160	III-160	
	XA2	IV-220	Не допускается к применению	IV-180	IV-200	
	XA3	IV-300–500	Не допускается к применению	Не допускается к применению	IV-240	

Окончание таблицы 40

- 1) С учетом требований 8.3.1 по защите конструкций из стали марок 10ХНДП, 10ХСНД, 15ХСНД, 10ХДП.
- 2) Для класса среды по условиям эксплуатации ХА1 — см. таблицу В.2 (приложение В).
- 3) Допускается применение оцинкованных профилированных листов с двусторонним двухслойным полимерным покрытием ПВДФ + ПВДФХБ (на основе поливинилдифторида) при толщине покрытия ПВДФХБ не менее 40 мкм (лицевая сторона листа, подвергаемая наибольшему воздействию агрессивной среды), нормальном влажностном режиме помещений по ТКП 45-2.04-43 и концентрации газа хлора до 10 мг/м³. При этом места крепления профилированных листов к конструкции должны быть защищены двумя слоями химически стойкой эмали III или IV группы.
- 4) Допускается применение при технико-экономическом обосновании и разработке проекта антикоррозионной защиты аккредитованной организацией.
- 5) Покрытия должны быть стойкими к воздействию соответствующих (щелочных, кислых и т. д.) сред.

Примечания

- 1 Индексы покрытия: а — покрытия, стойкие на открытом воздухе; ан — покрытия, стойкие под навесом; п — покрытия, стойкие в помещениях; х — химически стойкие; т — термостойкие; м — маслостойкие; в — водостойкие; хк — кислотостойкие; хщ — щелочестойкие; б — биостойкие.
- 2 На сварных швах толщина покрытия должна быть увеличена на 30 мкм.

8.3.2 Несущие металлические конструкции каркасов зданий из тонколистовых гнутых профилей и ограждающие конструкции, изготавливаемые из оцинкованного проката с горячим цинковым покрытием класса 1 по ГОСТ 14918, применяют только в условиях неагрессивного воздействия среды. Несущие конструкции из таких профилей и ограждающие конструкции из тонколистовой оцинкованной стали с дополнительным лакокрасочным покрытием допускается применять в условиях слабоагрессивного воздействия среды. Марку материала и толщину защитно-декоративных лакокрасочных покрытий для дополнительной защиты от коррозии оцинкованной стали принимают с учетом срока службы лакокрасочного покрытия в зависимости от условий эксплуатации. Прогнозируемый срок службы защитно-декоративного лакокрасочного покрытия следует устанавливать по результатам ускоренных климатических испытаний образцов покрытий (фрагментов конструкции с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием).

8.3.3 При проектировании несущих конструкций из алюминия в условиях воздействия агрессивной среды (за исключением среды класса по условиям эксплуатации ХА1, содержащей хлор, хлористый водород или фтористый водород группы газов В) следует соблюдать требования по защите от коррозии как для ограждающих конструкций из алюминия. Для среды класса по условиям эксплуатации ХА1, содержащей хлор, хлористый водород или фтористый водород группы газов В, несущие конструкции из алюминия всех марок должны быть защищены от коррозии электрохимическим анодированием ($t \geq 15$ мкм). Конструкции, эксплуатируемые в воде с суммарной концентрацией сульфатов и хлоридов более 5 г/л, должны быть защищены электрохимическим анодированием ($t \geq 15$ мкм) с последующим окрашиванием водостойкими лакокрасочными материалами IV группы. Толщина слоя лакокрасочного покрытия для ограждающих и несущих конструкций из алюминия должна быть не менее 70 мкм.

Примыкание конструкции из алюминия к конструкциям из кладочных изделий или бетона осуществляют только после полного твердения раствора или бетона независимо от степени агрессивного воздействия среды. Участки примыкания должны быть защищены лакокрасочными покрытиями. Обетонирование конструкций из алюминия не допускается. Примыкание окрашенных конструкций из алюминия к деревянным конструкциям выполняют при условии обработки последних мастиками или пропиточными материалами, не вызывающими коррозии металла.

8.3.4 Степень очистки поверхности несущих стальных конструкций от окислов (окалины, ржавчины, шлаковых включений) перед нанесением защитных покрытий должна соответствовать требованиям таблицы 41.

Поверхности ограждающих стальных конструкций под лакокрасочные покрытия следует очищать до степени 1.

Очистку поверхности алюминиевых конструкций перед нанесением лакокрасочных покрытий выполняют в соответствии с требованиями ТНПА.

Таблица 41 — Степень очистки поверхности стальных конструкций в зависимости от класса среды по условиям эксплуатации

Класс среды по условиям эксплуатации	Степень очистки поверхности стальных конструкций от прокатной окалины и ржавчины под покрытия				
	лакокрасочные	металлические			изоляционные
		Горячее цинкование и алюминирование	Газотермическое напыление	Термодиффузионное цинкование	
ХА0	3	1	—	2	3
ХА1	2 ¹⁾	1	1	2	3
ХА2	Не ниже 2 ¹⁾	1	1	2	4
ХА3	То же	—	1	—	3

¹⁾ Поверхности сварных швов конструкций в агрессивных и жидких средах очищают до степени 1 по ГОСТ 9.402.

Примечания

1 Для получения требуемой степени очистки от прокатной окалины и ржавчины для сред классов по условиям эксплуатации ХА1–ХА3 применяют абразивоструйную очистку. Для очистки поверхности перед горячим и термодиффузионным цинкованием применяют травление.

2 Острые кромки конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах, а также в жидких средах, следует скруглять до радиуса не менее 2 мм.

3 Степень очистки поверхностей стальных конструкций при электрохимической защите без дополнительного окрашивания или нанесения изоляционных покрытий не устанавливается.

8.3.5 Качество лакокрасочного покрытия должно соответствовать классам по ГОСТ 9.032:

IV или V — для конструкций в условиях воздействия агрессивной среды классов ХА2 и ХА3 и в условиях воздействия агрессивной среды классов по условиям эксплуатации ХА0 и ХА1, находящихся в зоне рабочих площадок;

от IV до VI — для других конструкций в условиях воздействия агрессивной среды класса ХА1;

от I до VII — для конструкций в условиях воздействия агрессивной среды класса по условиям эксплуатации ХА0; должно быть установлено в проектной документации на конкретную конструкцию.

Для защиты стальных и алюминиевых конструкций от коррозии применяются лакокрасочные покрытия групп:

I — алкидные (пентафталевые, глифталевые, алкидно-стирольные, алкидно-акриловые), алкидно-уретановые, масляные, масляно-битумные, нитроцеллюлозные, эпоксиэфирные, водно-дисперсионные;

II — фенолоформальдегидные, перхлорвиниловые и на сополимерах винилхлорида, хлоркаучуковые, акриловые, полиэфирсиликоновые, поливинилбутиральные, органосиликатные, меламинные, поливинилхлоридные;

III — эпоксидные, кремнийорганические, перхлорвиниловые и на сополимерах винилхлорида, хлоркаучуковые, полистирольные, полиуретановые, полимочевинные, полисилоксановые, органосиликатные, акрил-уретановые;

IV — перхлорвиниловые и на сополимерах винилхлорида, полиуретановые, эпоксидные.

Адгезия покрытия к защищаемой поверхности по методу решетчатого надреза должна быть не более 1 балла для покрытия толщиной до 250 мкм; адгезия покрытия толщиной более 250 мкм по методу Х-образного надреза — не более 1 балла или по методу нормального отрыва — не менее 4 МПа.

Требование о необходимости выполнения защиты от коррозии полосовым окрашиванием (предварительным нанесением кистью дополнительного слоя лакокрасочного покрытия в виде полосы на все кромки, сварные швы и труднодоступные места) должно быть указано в проектной документации.

8.3.6 Работы по защите конструкций от коррозии производят на заводе-изготовителе. Восстановление покрытий, поврежденных в процессе транспортирования, хранения и монтажа, выполняют на монтажной площадке. При выполнении всех указанных работ следует соблюдать требования СТБ ISO 12944-5 (приложение В).

В проектной документации следует указывать срок службы лакокрасочного покрытия с учетом класса среды по условиям эксплуатации и нормативной продолжительности строительства объекта. При превышении нормативной продолжительности строительства объекта восстановление покрытия производят на монтажной площадке, что должно быть указано в проектной документации объекта строительства.

Для крупногабаритных конструкций, которые на монтаже подвергаются укрупнительной сборке с применением фрикционных соединений или сварки, на предприятии-изготовителе предусматривают только нанесение грунтовочного слоя. Полная защита от коррозии, выполняется на строительной площадке, после завершения монтажа.

8.3.7 Защиту от коррозии стальных конструкций с болтовыми соединениями, со стыковой сваркой и угловыми швами, а также болтов, шайб и гаек осуществляют горячим цинкованием методом погружения в расплав или термодиффузионным цинкованием. Данные методы защиты от коррозии также предусматривают для стальных конструкций со сваркой внахлест при условии сплошной обварки по контуру или обеспечения гарантированного зазора между свариваемыми элементами не менее 1,5 мм.

Защитные оцинкованные покрытия стальных конструкций, полученные методом горячего цинкования, должны удовлетворять требованиям СТБ ISO 14713-2 и СТБ EN 1090-2.

Монтажные сварные швы соединений конструкций должны быть защищены после монтажа конструкций путем газотермического напыления цинка или алюминия, или способом холодного цинкования (цинкнаполненными покрытиями на основе связующих ЛКМ III и IV группы), или лакокрасочными покрытиями III и IV группы с применением протекторной грунтовки с толщиной покрытия не менее 150 мкм. Оцинкованные плоскости сопряжения конструкций на высокопрочных болтах перед монтажом должны быть обработаны металлической дробью для обеспечения коэффициента трения не ниже 0,37.

Взамен горячего цинкования стальных конструкций (при толщине слоя от 60 до 100 мкм) для мелких элементов (с мерной длиной до 1 м), кроме болтов, гаек и шайб, применяют гальваническое цинкование или кадмирование (при толщине слоя 42 мкм) с последующим хроматированием. Данный метод защиты от коррозии предусматривают для болтов обычной прочности, гаек и шайб при толщине слоя до 21 мкм (толщина покрытия в резьбе должна обеспечивать свинчиваемость резьбового соединения) с последующей дополнительной защитой выступающих частей болтовых соединений лакокрасочными покрытиями III и IV группы.

Выбор конструкций для горячего цинкования осуществляют при технико-экономическом обосновании, исходя из требований обеспечения необходимого их уровня качества и надежности, рационального использования материальных и топливно-энергетических ресурсов.

8.3.8 Газотермические цинковые и алюминиевые покрытия, в том числе комбинированные покрытия, состоящие из газотермических металлических и лакокрасочных покрытий, следует предусматривать для защиты от коррозии стальных конструкций зданий и сооружений в агрессивных средах в соответствии с таблицами 40 и В.2 (приложение В), а также при повышенных требованиях к долговременной защите конструкций от коррозии или отсутствию возможности возобновления защитных покрытий в процессе эксплуатации.

Для защиты от коррозии стальных конструкций со сварными, болтовыми и заклепочными соединениями применяют газотермическое напыление цинка и алюминия. Газотермическое напыление на места сварных монтажных соединений до выполнения сварки не производится. Защиту монтажных соединений после монтажа конструкций осуществляют путем газотермического напыления, способом холодного цинкования (цинкнаполненными покрытиями на основе связующих ЛКМ III и IV группы) или лакокрасочными покрытиями III и IV группы с применением протекторной грунтовки. Также выполняют газотермическое напыление для защиты конструкций, указанных в 8.3.7, если цинкование погружением в расплав не предусмотрено технологией.

8.3.9 Для стальных конструкций следует применять электрохимическую защиту: сооружений в грунтах — по ГОСТ 9.602; частично или полностью погруженных в неорганические жидкие среды, приведенные в таблице 34, за исключением растворов щелочей; внутренних поверхностей днищ резервуаров для нефти и нефтепродуктов, если в резервуарах отстает вода. Электрохимическую защиту конструкций в грунтах применяют совместно с изоляционными покрытиями, а в жидких средах также применяют совместно с окрашиванием лакокрасочными материалами III и IV группы.

8.3.10 Для защиты от коррозии конструкций из алюминия применяют химическое оксидирование с последующим окрашиванием или электрохимическое анодирование. Участки конструкций, на которых нарушена целостность защитной анодной или лакокрасочной пленки в процессе сварки, клепки и других работ, выполняемых при монтаже, должны быть после предварительной зачистки защищены лакокрасочными покрытиями.

8.3.11 Для конструкций, расположенных в грунтах, следует предусматривать изоляционные покрытия. Защиту элементов круглого и прямоугольного сечения, в том числе из канатов, тросов, труб, производят по ГОСТ 9.602 нормальными, усиленными или значительно усиленными покрытиями из полимерных липких лент или на основе битумно-резиновых, битумно-полимерных и других составов с армирующей обмоткой; листовых конструкций и конструкций из профильного проката — битумными, битумно-полимерными или битумно-резиновыми покрытиями при толщине слоя не менее 3 мм, или эпоксидными лакокрасочными покрытиями в сочетании с мастиками на основе хлоропренового каучука при толщине слоя не менее 2 мм, или покрытиями на основе полимочевины при толщине слоя не менее 1,2 мм. Защиту монтажных сварных швов осуществляют после сварки. До монтажа должна быть выполнена защита грунтованием мест монтажной сварки соответствующими материалами по ТНПА.

8.4 Требования по защите от коррозии стальных дымовых, газодымовых и вентиляционных труб, резервуаров

8.4.1 Выбор стали для газоотводящих стволов и материалов для защиты их внутренних поверхностей от коррозии следует производить по таблице 42. В проектах нефутерованных стальных труб необходимо предусматривать устройства для периодических осмотров внутренней поверхности ствола, для труб типа «труба в трубе» — также для осмотра межтрубного пространства. При проектировании стволов труб из отдельных элементов, подвешенных к несущему стальному каркасу, способы защиты конструкций каркаса от коррозии применяют по таблице 40 и в соответствии с приложением В, класс среды по условиям эксплуатации определяют по таблице 32 (для газов группы С).

8.4.2 Конструкции несущих стальных каркасов, запроектированные из стали марки 10ХНДП и предназначенные для строительства в нормальном районе влажности при воздействии наружного воздуха со средой класса по условиям эксплуатации ХА1, также применяют без защиты от коррозии. Верхняя часть газоотводящего ствола дымовой трубы должна быть выполнена из коррозионно-стойкой стали в соответствии с таблицей 42.

8.4.3 Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии сред на внутренние поверхности стальных конструкций резервуаров для нефти и нефтепродуктов принимают по таблице 43.

При проектировании защиты от коррозии верхних частей несущих стальных каркасов, находящихся в зоне окутывания отходящими газами, класс среды по условиям эксплуатации повышают на одну ступень.

8.4.4 Способы защиты от коррозии наружных надземных, подземных и внутренних поверхностей конструкций резервуаров для холодной воды, нефти и нефтепродуктов из углеродистой и низколегированной стали или из алюминия принимают по таблице 40, а также в соответствии с приложением В, в том числе внутренних поверхностей конструкций резервуаров для нефти и нефтепродуктов — с учетом требований ГОСТ 1510.

Таблица 42 — Виды агрессивных воздействий и марки сталей для дымовых труб

Температура газов, °С	Состав газов	Относительная влажность газов, %	Возможность образования конденсата	Марка стали	Способ защиты от коррозии
Св. 89 до 140 включ.	По группам А и В	До 30 включ.	Не образуется	Ст3Гсп	Эпоксидные термостойкие покрытия ¹⁾
Св. 140 до 250 включ.	SO ₂ , SO ₃	Св. 10 до 15 включ.	Не образуется	Ст3Гсп	Газотермическое напыление ²⁾ или кремнийорганические покрытия ¹⁾
Св. 69 до 160 включ.	SO ₂ , SO ₃	Св. 10 до 20 включ.	Образуется	20Х13, 30Х13, 12Х18Н10Т	Без защиты
Св. 69 до 160 включ.	SO ₂ , SO ₃ , оксиды азота	Св. 10	Образуется	0Х20Н28МДТ, 10Х17Н13М2Т, 12Х18Н10Т	Без защиты

¹⁾ В соответствии с приложением В, для эпоксидных материалов — только при кратковременном повышении температуры выше 100 °С; количество слоев и толщина покрытия назначаются по таблице 40 как для класса среды по условиям эксплуатации ХА2 в помещениях с газами групп В, С, D.

²⁾ Напыление алюминием при толщине слоя от 200 до 250 мкм.

Таблица 43 — Классы среды по условиям эксплуатации для стальных конструкций резервуаров нефти и нефтепродуктов

Элемент конструкций резервуаров	Класс среды по условиям эксплуатации для стальных конструкций резервуаров при воздействии				
	сырой нефти	нефтепродуктов			
		Мазут	Дизельное топливо	Бензин	Керосин
Внутренняя поверхность днища и нижний пояс	ХА2	ХА2	ХА2	ХА1	ХА2
Средние пояса и нижние части понтонов и плавающих крыш	ХА1	ХА1	ХА1	ХА1	ХА1
Верхний пояс (зона периодического смачивания)	ХА2	ХА1	ХА1	ХА2	ХА1
Кровля и верх понтонов и плавающих крыш	ХА2	ХА2	ХА2	ХА1	ХА2

Примечания

1 Класс среды по условиям эксплуатации при воздействии мазута принимается при температуре хранения до 90 °С.

2 При содержании в сырой нефти сероводорода концентрацией св. 10 мг/л или сероводорода и углекислого газа в любых соотношениях класс среды по условиям эксплуатации при воздействии на внутреннюю поверхность днища, нижний пояс, кровлю, верх понтонов и плавающих крыш повышают на одну ступень.

8.4.5 Изоляцию внутренней поверхности резервуара для горячей воды (в подводной части) выполняют с помощью электрохимической защиты, деаэрацией воды и предотвращением повторного насыщения ее кислородом в резервуарах путем нанесения на поверхность воды пленки герметика или подбора инертного газа.

8.4.6 При проектировании защиты внутренних поверхностей емкостей из углеродистой стали, предназначенных для хранения жидких минеральных удобрений, кислот и щелочей, должно быть предусмотрено выполнение футеровки неметаллическими химически стойкими материалами или электрохимическая защита резервуаров для хранения минеральных удобрений и кислот. При этом конструкции должны быть рассчитаны с учетом деформаций от температурных воздействий на футеровочные материалы. Сварные швы корпусов таких резервуаров следует принимать стыковыми. Передача динамической нагрузки от технологического оборудования на конструкции резервуаров, защищенных от коррозии футеровками, не допускается. Трубы с горячей водой или воздухом внутри таких резервуаров следует размещать на расстоянии не менее 50 мм от поверхности футеровки, а быстроходные перемешивающие устройства (частота вращения более 300 об/мин) — на расстоянии от защитного покрытия не менее 300 мм до лопастей мешалок.

8.4.7 Способы и варианты защиты от коррозии внутренних поверхностей стальных резервуаров для жидких сред, указанных в 8.4.6, следует принимать по таблицам 44 и 45.

8.4.8 Элементы конструкций, привариваемые к основным конструкциям внутри резервуара, должны быть обварены по контуру. Прерывистые сварные швы не допускаются.

Таблица 44 — Способы защиты от коррозии внутренних поверхностей стальных резервуаров для жидких сред

Класс среды по условиям эксплуатации	Способ защиты от коррозии
XA2	Газотермическое напыление алюминием, лакокрасочные, армированные лакокрасочные, жидкие резиновые, мастичные, футеровочные*, гуммировочные
XA3	Газотермическое напыление алюминием с последующим нанесением лакокрасочных покрытий, листовая облицовка, футеровочные комбинированные, гуммировочные
* Наносят на лакокрасочное или мастичное покрытие при наличии абразивной среды или ударных нагрузок.	

Таблица 45 — Варианты защитных покрытий стальных резервуаров для кислот, щелочей и жидких минеральных удобрений

Защитное покрытие	Схема покрытия	Ориентировочная толщина покрытия, мм
Лакокрасочное	Лакокрасочные покрытия группы IV с индексом «х», «хк» или «хщ» в зависимости от условий эксплуатации по таблице 40	0,16–0,50
Армированное лакокрасочное	Армированные стеклотканью эпоксидные покрытия	1,0
	Армированные полипропиленовой тканью покрытия на основе полиэфирных смол	1,0
Жидкие резиновые смеси	Герметики тиоколовые по эпоксидным грунтовкам	1,5–2,0
	Герметик на основе дивинилстирольного термоэластопласта	1,5–2,0
Мастичное	Мастики на основе эпоксифурановых смол	1,0–2,0
	Полимерзамазки на основе эпоксидного компаунда	1,0–2,0
	Эпоксидно-сланцевые составы на основе эпоксидных смол	1,0–1,5

Окончание таблицы 45

Защитное покрытие	Схема покрытия	Ориентировочная толщина покрытия, мм
Листовое	Профилированный полиэтилен	2,0–3,0
	Поливинилхлоридный пластикат	3,0–5,0
	Поливинилхлоридный пластикат по подслою из полиизобутилена	10
Футеровочное ¹⁾	Плитка керамическая (кислотоупорная или для полов) на вяжущих ²⁾	20–60
	Кладочное изделие кислотоупорное на вяжущих ²⁾	—
	Штучные кислотоупорные керамические материалы, плитки прямые фасонные, кладочное изделие кислотоупорное ³⁾ на химически стойком вяжущем по подслою (невулканизированной химически стойкой резины на основе полиизобутилена, битумно-рулонная изоляция и др.)	30–270
	Плитка шлакоситалловая на эпоксидных связующих по подслою из лакокрасочной композиции, армированной стеклотканью	12–20
	Плитка кислотоупорная из каменного литья на силикатной замазке по подслою (невулканизированная химически стойкая резина на основе полиизобутилена и др.)	30
	Углеграфитовые материалы (плитки АТМ, угольные и графитированные блоки) на замазках на основе полимерных материалов по подслою (полиизобутилен и др.)	20–400
Гуммировочное	Резины и эбониты на клеях с последующей вулканизацией	3–12

¹⁾ Выбор схемы защитного покрытия, толщины и количества слоев производят с учетом габаритов сооружения, температуры, характеристики агрессивной среды с обязательной проверкой расчетом на статическую устойчивость и при необходимости — теплотехническим расчетом.
²⁾ Выбор вяжущего производят с учетом состава агрессивной среды.
³⁾ Выбор штучных кислотоупорных материалов производят в зависимости от свойств среды, механических нагрузок и при необходимости — с выполнением расчетов на прочность и устойчивость футеровки и теплотехнических расчетов.

9 Требования безопасности и охраны окружающей среды

9.1 Материалы, используемые для защитных покрытий в помещениях и других местах, предназначенных для пребывания людей, содержания животных и птиц, продовольственных и лекарственных складах и хранилищах, резервуарах для питьевой воды, а также на предприятиях, где по условиям производства не допускается применение вредных веществ, должны быть безопасными для людей, животных и птиц.

9.2 Совместное применение антикоррозионных и огнезащитных составов должно осуществляться с учетом их совместимости и адгезии. Возможность применения огнезащитных составов поверх антикоррозионных покрытий необходимо подтверждать огневыми испытаниями. Средства огнезащиты, наносимые на конструкции, не должны приводить к коррозии конструкций.

9.3 Напыляемые огнезащитные составы и тонкослойные огнезащитные покрытия должны предусматриваться стойкими к условиям агрессивной среды или должны быть защищены специальными (не огнеопасными) покрытиями. При применении огнезащитных составов с защитой поверхности покрытия огнезащитные характеристики следует определять с учетом поверхностного слоя. Средства огнезащиты следует применять в соответствии с разработанным проектом.

СН 2.01.07-2020

9.4 При проектировании участков антикоррозионной защиты, складов, узлов приготовления эмульсий, водных растворов, суспензий следует соблюдать требования действующих норм в части санитарной, взрывопожарной и пожарной безопасности.

9.5 Запрещается сбрасывать или сливать в водоемы санитарно-бытового использования и канализацию материалы антикоррозионной защиты, их растворы, эмульсии, а также отходы, образующиеся от промывки технологического оборудования и трубопроводов. При невозможности исключения сброса или слива вышеуказанных материалов или отходов следует предусматривать предварительную очистку стоков.

Приложение А

Характеристика агрессивности газовых и твердых сред

Таблица А.1 — Группы агрессивных газов в зависимости от их вида и концентрации

Наименование	Концентрация для групп газов, мг/м ³			
	А	В	С	Д
Углекислый газ	До 2000 включ.	Св. 2000	—	—
Аммиак	До 0,2 включ.	Св. 0,2 до 20 включ.	Св. 20	—
Сернистый ангидрид	До 0,5 включ.	Св. 0,5 до 10 включ.	Св. 10 до 200 включ.	Св. 200 до 1000 включ.
Фтористый водород	До 0,05 включ.	Св. 0,05 до 5 включ.	Св. 5 до 10 включ.	Св. 10 до 100 включ.
Сероводород	До 0,01 включ.	Св. 0,01 до 5 включ.	Св. 5 до 100 включ.	Св. 100
Оксиды азота*	До 0,1 включ.	Св. 0,1 до 5 включ.	Св. 5 до 25 включ.	Св. 25 до 100 включ.
Хлор	До 0,1 включ.	Св. 0,1 до 1 включ.	Св. 1 до 5 включ.	Св. 5 до 10 включ.
Хлористый водород	До 0,05 включ.	Св. 0,05 до 5 включ.	Св. 5 до 10 включ.	Св. 10 до 100 включ.
* Оксиды азота, растворяющиеся в воде с образованием растворов кислот.				
<i>Примечание</i> — При концентрации газов, превышающей пределы, указанные в графе Д, возможность применения материала для строительных конструкций следует определять на основании данных экспериментальных исследований. При наличии в среде нескольких газов принимается более агрессивная (от А к Д) группа, которой соответствует концентрация одного или более газов.				

Таблица А.2 — Характеристика твердых сред (солей, аэрозолей и пыли)

Растворимость твердых сред в воде и их гигроскопичность	Наименование наиболее распространенных солей, аэрозолей, пыли
Малорастворимые	Силикаты, фосфаты (вторичные и третичные) и карбонаты магния, кальция, бария, свинца; сульфаты бария, свинца; оксиды и гидроксиды железа, хрома, алюминия, кремния
Хорошо растворимые малогигроскопичные	Хлориды и сульфаты натрия, калия, аммония; нитраты калия, бария, свинца, магния; карбонаты щелочных металлов
Хорошо растворимые гигроскопичные	Хлориды кальция, магния, алюминия, цинка, железа; сульфаты магния, марганца, цинка, железа; нитраты и нитриты натрия, калия, аммония; все первичные фосфаты; вторичный фосфат натрия; оксиды и гидроксиды натрия, калия
<p><i>Примечание</i> — К малорастворимым относятся соли с растворимостью менее 2 г/л, к хорошо растворимым — более 2 г/л. К малогигроскопичным относятся соли, имеющие равновесную относительную влажность при температуре 20 °С — 60 % и более, к гигроскопичным — менее 60 %.</p>	

Приложение Б

Максимально допустимая концентрация хлоридов

Таблица Б.1 — Максимально допустимая концентрация хлоридов в условиях воздействия жидких неорганических сред, содержащих хлориды, на стальную арматуру железобетонных конструкций в открытом водоеме и в грунте

Толщина защитного слоя бетона, мм	Максимально допустимая концентрация хлоридов в жидкой среде, мг/дм ³ , для бетона с коэффициентом диффузии, см ² /с (марками по водонепроницаемости)		
	Менее $5 \cdot 10^{-8}$ до $1 \cdot 10^{-8}$ (W6–W8)	Менее $1 \cdot 10^{-8}$ до $5 \cdot 10^{-9}$ (W10–W14)	Менее $5 \cdot 10^{-9}$ (W16–W20)
Зона переменного уровня воды и капиллярного подсоса в открытом водоеме или грунте с коэффициентом фильтрации 0,1 м/сут и более			
20	500	1300	4100
30	700	1850	8300
50	1000	2700	18 000
Зона переменного уровня воды и капиллярного подсоса в грунте с коэффициентом фильтрации менее 0,1 м/сут			
20	1150	3000	5000
30	1400	3700	9500
50	1750	4700	20 000
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 При указанных значениях толщины защитного слоя и проницаемости бетона среда является агрессивной. Если концентрация хлоридов превышает указанные в таблице значения, то должна быть выполнена вторичная защита от коррозии.</p> <p>2 В условиях полного и постоянного погружения в жидкую неорганическую среду содержание хлоридов не нормируется.</p>			

Приложение В

Способы защиты от коррозии металлических конструкций

Таблица В.1 — Минимальная толщина листов ограждающих конструкций без защиты от коррозии

Класс среды по условиям эксплуатации	Минимальная толщина листов ограждающих конструкций, применяемых без защиты от коррозии, мм		
	Из алюминия	Из стального тонколистового проката с горячими цинковыми покрытиями толщиной не менее 19 мкм (или класса не менее 275)	Из стали марок 10ХНДП, 10ХДП
ХА0	Не ограничивается	0,5	Определяется агрессивностью воздействия на наружную поверхность**
ХА1	Не ограничивается	—	0,8**
ХА2	1,0*	—	—

* Для алюминия марок АД1М, АМцМ, АМг2М (алюминий других марок без защиты от коррозии не применяется).
 ** При условии окрашивания поверхности листов со стороны помещений.

Таблица В.2 — Способы защиты от коррозии металлических конструкций

Класс среды по условиям эксплуатации	Способ защиты конструкций		
	несущих	ограждающих полистовой сборки ^{1), 2)}	
	из углеродистой и низколегированной стали	из алюминия	из оцинкованной стали с покрытием I класса по ГОСТ 14918
ХА0	Окрашивание лакокрасочными материалами группы I	Без защиты	Без защиты ²⁾ со стороны помещения и при выполнении пароизоляции из битумно-полимерной мастики или при окрашивании лакокрасочными материалами II и III группы со стороны утеплителя
ХА1	а) термодиффузионное цинкование ($45 \leq t \leq 60$ мкм) б) горячее цинкование ($60 \leq t \leq 100$ мкм) в) газотермическое напыление цинком ($120 \leq t \leq 180$ мкм) или алюминием ($200 \leq t \leq 250$ мкм) г) окрашивание лакокрасочными материалами I, II и III группы д) изоляционные покрытия (для конструкций в грунтах)	Без защиты	а) окрашивание лакокрасочными материалами II и III группы, нанесенными на линиях непрерывного окрашивания и профилирования металла (а также окрашивание битумно-полимерными мастиками со стороны утеплителя) б) окрашивание лакокрасочными материалами II и III группы

Продолжение таблицы В.2

Класс среды по условиям эксплуатации	Способ защиты конструкций		
	несущих	ограждающих полистовой сборки ^{1), 2)}	
	из углеродистой и низколегированной стали	из алюминия	из оцинкованной стали с покрытием I класса по ГОСТ 14918
ХА2	<p>а) термодиффузионное цинкование ($45 \leq t \leq 60$ мкм) с последующим окрашиванием лакокрасочными покрытиями II и III группы</p> <p>б) горячее цинкование ($60 \leq t \leq 100$ мкм) с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами II и III группы</p> <p>в) газотермическое напыление цинка или алюминия ($120 \leq t \leq 180$ мкм) с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами II, III и IV группы</p> <p>г) окрашивание лакокрасочными материалами II, III и IV группы</p> <p>д) газотермическое напыление цинком ($200 \leq t \leq 250$ мкм) или алюминием ($250 \leq t \leq 300$ мкм)</p> <p>е) изоляционные покрытия совместно с электрохимической защитой (для конструкций в грунтах)³⁾</p> <p>ж) электрохимическая защита в жидких средах и донных грунтах³⁾</p> <p>и) облицовка химически стойкими неметаллическими материалами</p>	<p>а) электрохимическое анодирование ($t = 15$ мкм)</p> <p>б) без защиты²⁾</p> <p>в) химическое оксидирование с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами II, III группы</p> <p>г) окрашивание лакокрасочными материалами IV группы</p> <p>д) то же с применением протекторной цинкнаполненной грунтовки</p>	Не допускается к применению
ХА3	<p>а) газотермическое напыление алюминия ($200 \leq t \leq 250$ мкм) с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами группы IV</p> <p>б) изоляционные покрытия совместно с электрохимической защитой (для конструкций в грунтах)³⁾</p> <p>в) электрохимическая защита (в жидких средах)³⁾</p> <p>г) облицовка химически стойкими неметаллическими материалами</p> <p>д) окрашивание лакокрасочными материалами IV группы</p>	<p>а) электрохимическое анодирование ($t = 15$ мкм) с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами IV группы</p> <p>б) окрашивание лакокрасочными материалами IV группы с применением протекторной цинкнаполненной грунтовки</p> <p>в) то же с предварительным химическим оксидированием</p>	Не допускается к применению
<p>¹⁾ Не распространяется на ограждающие конструкции трехслойных металлических панелей по СТБ 1807 и двухслойных металлических панелей по СТБ 1809.</p> <p>²⁾ В соответствии с требованиями таблицы В.1 настоящего приложения.</p> <p>³⁾ Для элементов конструкций из канатов и тросов электрохимическая защита отсутствует.</p>			

Окончание таблицы В.2

<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Группу и толщину лакокрасочного покрытия принимают в соответствии с таблицей 40. Для неагрессивных сред толщину слоя лакокрасочного покрытия следует принимать по ТНПА.</p> <p>2 В средах классов по условиям эксплуатации ХА1, ХА2 и ХА3, содержащих сернистый ангидрид, сероводород и окислы азота по группам газов В, С и D, при газотермическом напылении следует принимать алюминий марок А7, АД1, АМц; в других средах при газотермическом напылении и при горячем цинковании — цинк марок Ц0, Ц1, Ц2, Ц3.</p> <p>Для защиты от коррозии стальных конструкций, подвергающихся воздействию жидких сред (со средами классов ХА2 и ХА3), также применяют газотермическое напыление цинка ($80 \leq t \leq 120$ мкм) с последующим напылением алюминия ($120 \leq t \leq 170$ мкм).</p> <p>3 Изоляционные покрытия для конструкций в грунтах (битумные, битумно-резиновые, битумно-полимерные, битумно-минеральные, этиленовые и др.) должны удовлетворять требованиям ГОСТ 9.602.</p>

Таблица В.3 — Способы защиты от коррозии несущих и ограждающих конструкций из стального тонколистового холоднокатаного проката

Категория коррозионной активности по таблице 37	Способ защиты конструкций	
	несущих	ограждающих ¹⁾
С1 (при отсутствии конденсата)	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 24 мкм	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм
	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием II и III группы	Горячие алюмоцинковые покрытия из расплава, содержащего 55 % алюминия, 43,4 % цинка и 1,6 % кремния, толщиной не менее 25 мкм
	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием II и III группы по таблице 40	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 7 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием II и III группы
	—	Электролитические цинковые покрытия толщиной не менее 7 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием II и III группы
С2	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием II и III группы ²⁾	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием II и III группы
	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием II и III группы по таблице 40 толщиной не менее 80 мкм	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием II и III группы по таблице 40 толщиной не менее 60 мкм
С3	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 24 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием III и IV группы	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием II, III и IV группы
	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 24 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием III и IV группы по таблице 40 толщиной не менее 120 мкм	Горячие цинковые покрытия толщиной не менее 19 мкм с дополнительным лакокрасочным покрытием II, III и IV группы по таблице 40 толщиной не менее 100 мкм

Окончание таблицы В.3

Категория коррозионной активности по таблице 37	Способ защиты конструкций	
	несущих	ограждающих ¹⁾
С4	Не допускается к применению	Не допускается к применению
С5	Не допускается к применению	Не допускается к применению
¹⁾ В соответствии с требованиями таблицы В.1 настоящего приложения. ²⁾ Толщина покрытия как для условий эксплуатации категории коррозионной активности С3.		

Библиография

- [1] СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология
- [2] П2-03 к СНБ 2.02.01-98 Огнезащита строительных конструкций

Официальное издание
МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

СН 2.01.07-2020

ЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ

Ответственный за выпуск	Е. П. Желунович
Редактор	Н. А. Лебедко
Технический редактор	А. В. Вальнец
Корректор	Н. В. Леончик

Сдано в набор 06.07.2020.	Подписано в печать 31.10.2020.	Формат 60×84 1/8.
Бумага офсетная.	Гарнитура Ариал.	Печать офсетная.
Усл. печ. л. 7,91.	Уч.-изд. л. 7,40.	Тираж экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
республиканское унитарное предприятие «Стройтехнорм».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/536 от 08.11.2018.
Ул. Кропоткина, 89, 220002, г. Минск.